

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Інститут прикладного системного аналізу

Кафедри математичних методів системного аналізу

«На правах рукопису»
УДК 519.81

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ О. Л. Тимошук

«16» травня 2018 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 124 Системний аналіз

**на тему: «Бенчмаркінг бізнес-процесів підприємства із
використанням методів підтримки прийняття рішень»**

Виконав:

студент II курсу, групи КА-61м
Пітецький Сергій Дмитрович _____

Керівник:

доцент кафедри ММСА ІПСА
КПІ ім. Ігоря Сікорського,
к.т.н., доц.
Недашківська Надія Іванівна _____

Рецензент:

старший науковий співробітник
лабораторії СППР відділу Спеціалізованих
засобів моделювання ІПРІ НАН України,
к.т.н., ст.н.с.
Каденко Сергій Володимирович _____

Засвідчую, що у цій магістерській
дисертації немає запозичень з праць
інших авторів без відповідних посилань.
Студент _____

Київ
2018

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
Інститут прикладного системного аналізу
Кафедри математичних методів системного аналізу

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Спеціальність (спеціалізація) – 124 Системний аналіз («Системний аналіз та управління»)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ О. Л. Тимошук

«__» _____ 20__ р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту
Пітецькому Сергію Дмитровичу

1. Тема дисертації «Бенчмаркінг бізнес-процесів підприємства із використанням методів підтримки прийняття рішень», науковий керівник дисертації Недашківська Надія Іванівна, к.т.н., доц., затверджені наказом по університету від «27» березня 2018 р. № 1028-с.
2. Термін подання студентом дисертації 23 травня 2018 р.
3. Об'єкт дослідження: управління бізнес-процесами підприємства.
4. Предмет дослідження: є бенчмаркінг бізнес-процесів за допомогою методів підтримки прийняття рішень.
5. Перелік завдань, які потрібно розробити: огляд поняття бенчмаркінгу в науковій літературі, встановлення поняття бенчмаркінгу бізнес-процесів, аналіз бізнес-процесів конкретного підприємства та встановлення показників ефективності його роботи, встановлення еталонної моделі бізнес процесів для проведення порівнянь, застосування методів підтримки прийняття рішень для оцінювання відповідності еталону практик підприємства, аналіз результатів.

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: постановка завдання дослідження, розкриття поняття бенчмаркінг бізнес процесів, метод аналізу ієрархій, побудова ієрархій критеріїв для оцінювання бізнес процесів підприємства, порівняння, висновки.

7. Орієнтовний перелік публікацій _____

8. Дата видачі завдання: 16 березня 2018 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Оформлення змістовного вступу	16 березня 2018 р — 26 березня 2018 р	
2	Оформлення першого та другого розділів	27 березня 2018 р — 9 квітня 2018 р	
3	Оформлення третього розділу	10 квітня 2018 р — 20 квітня 2018 р	
4	Оформлення четвертого розділу	21 квітня 2018 р — 4 травня 2018 р	
5	Оформлення висновків	5 травня 2018р — 6 травня 2018 р	

Студент

Пітецький С. Д.

Науковий керівник дисертації

Недашківська Н. І.

РЕФЕРАТ

Дисертацію виконано на 90 аркушах, вона містить 1 додаток та перелік посилань на використані джерела з 33 найменувань. У роботі наведено 7 рисунків та 15 таблиць.

Актуальність теми. Бенчмаркінг давно використовується як інструмент управління розвитком підприємства. Проведення бенчмаркінгу із застосуванням МППР досліджене в незначній [25], [26] кількості робіт в окремих галузях народного господарства. В даній роботі робиться фокус на ІТ-компанії.

Мета і задачі дослідження. Дослідження бізнес процесів з точки зору системного аналізу. Побудова ієрархічних моделей критеріїв для оцінювання ефективності ІТ-компанії. Розробка алгоритму проведення бенчмаркінгу ІТ-компанії на основі ієрархічної моделі критеріїв.

Об'єктом дослідження є управління бізнес-процесами підприємства.

Предметом дослідження є бенчмаркінг бізнес-процесів за допомогою МППР.

Методи дослідження. Робота зі статистичними даними, спостереження, узагальнення, аналіз, співставлення.

Наукова новизна одержаних результатів складається із застосування методів підтримки прийняття рішень до розв'язання задачі управління ІТ-компанією, при цьому ключові рішення здійснюються на основі бенчмаркінгу.

МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ, ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, БЕНЧМАРКІНГ, СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ, SCRUM, УПРАВЛІННЯ ПІДПРИЄМСТВОМ.

ABSTRACT

Business processes benchmarking with decision support methods

The thesis is presented in 90 pages. It contains 1 appendix and bibliography of 33 references. 7 figures and 15 tables are given in the thesis.

Topic relevance. Benchmarking has been instrument for controlling business growth for a long time. Benchmarking with utilization of DSM methods have been researched in relatively small [25], [26] number of works in scattered fields of economics. This paper focuses on IT companies.

Research goal and objectives. Research business processes in IT company as a problem of system analysis field. Build hierarchial models of criterias for company effectiveness evaluation. Development of algorithm to carry out IT company benchmarking based on hierarchial model of criterias.

Object of research are business processes management in IT companies.

Subject of research is business processes benchmarking with DSM.

Methods of research. Statistic data analysis, observation, generalization, analysis, comparison.

Scientific contribution is made up of utilization of DSM methods to business management problem, the key decisions are done based on benchmarking.

ANALYTIC HIERARCHY PROCESS, DECISION MAKING,
BENCHMARKING, DECISION SUPPORT SYSTEMS, SCRUM,
BUSINESS MANAGEMENT

ЗМІСТ

ВСТУП	8
1 БЕНЧМАРКІНГ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ	11
1.1 Визначення бенчмаркінгу та бенчмаркінг бізнес-процесів	11
1.2 Мета та етапи бенчмаркінгу	18
Висновки	22
2 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ	23
2.1 Метод аналізу ієрархій (МАІ)	23
2.2 Інтерпретація пріоритетів за допомогою теорії графів	26
2.3 Неприводимі матриці	29
2.4 Узгодженість	33
2.5 Реакція на збурення та фундаментальна шкала	39
2.6 Етапи МАІ	43
Висновки	48
3 БЕНЧМАРКІНГ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ	49
3.1 Класифікація та основні принципи роботи аутсорсингових ІТ-компаній	49
3.2 Бенчмаркінг Scrum-команд	53
3.3 Застосування МАІ для пріоритизації портфоліо проектів компанії	65
Висновки	72
4. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ	73
4.1 Опис ідеї проекту	73
4.2 Технологічний аудит проекту	74
4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту	76

	6
Висновки за розділом	79
ВИСНОВКИ	81
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ	83
ДОДАТОК А. ІЛЮСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ ДОПОВІДІ	90

ВСТУП

Об'єктом нашого дослідження встановимо деякий абстрактний бізнес. Цим словом називатимемо підприємство — суспільну організацію, діяльність якої складається з обміну власних трудових, матеріальних ресурсів та капіталу в низці деяких процесів, специфічних для сфери діяльності підприємства — торгових, займових, наданні послуг тощо. Основна ціль існування бізнесу полягає у здійсненні такої діяльності, яка дозволить йому за деякий час отримати більшу кількість ресурсів, ніж була наявна в нього досі.

Сама наша робота полягає в дослідженні, аналізі, встановленні основних сутностей, взаємозв'язків, змінних, життєвих циклів, присутніх бізнесу. Метою роботи є розробка та впровадження нового методу управління підприємством, що спирається на ці притаманні бізнесу ключові показники, і дозволяє певним чином проводити діяльність, направлену на задоволення мети бізнесу.

У всій множині можливих підприємств проблеми для аналізу створює навіть саме розмаїття критеріїв, за якими вони різняться. Масштаб, сфера, структура, методологія ведення діяльності тощо — кожен із перерахованих факторів досліджують цілі сімейства економічних наук, і на даний момент вже не перше століття. Ми ж ставимо перед собою задачу цілком характерну прикладному системному аналізу.

Використовуючи системний аналіз як універсальну наукову методологію[1], сформуємо поставлену мету як задачу системного аналізу із дослідження певного різновиду людської діяльності. В якості об'єкту вивчення оберемо управління підприємством. Людина, в нашому прикладі — це особа, що причетна до керування, і яка зможе в майбутньому

користуватись запропонованим методом. Середовище — це всі елементи, з якими підприємство взаємодіє, такі як: контрагенти, ринок праці, закон, пори року, курс валют тощо. При спробі дати відповідь на питання «Яким чином абстрактне підприємство може збільшити свій капітал?», невід’ємними особливостями задачі стають неповнота, невизначеність, неточність, нечіткість і суперечливість як вхідної, так і вихідної інформації. Однозначність поставленої вище цілі існування підприємства, загалом кажучи, теж суперечлива, але в цій роботі ми обмежуємось саме нею.

Спробувавши зрозуміти ступінь складності цієї задачі, легко прийти до висновку, що життя однієї людини буде замало для її вирішення. Це зрозуміло хоча б із того, що протягом середньої тривалості життя людини, скажімо, 70-90 років, неодмінно примножиться і кількість нових факторів стосовно ведення підприємництва, а частина вже застаріє.

Таким чином постає питання виокремлення обмеженої предметної області, цілком притаманної типовим задачам, що вирішуються методами системного аналізу. Це стає визначним фактором обсягу дослідження. Для того, щоб наше дослідження було системним, довершеним, позбавленим неповноти інформації, приймемо обмеження на об’єкт нашого дослідження. Доцільно було б обрати таку предметну область, що має максимально можливий обсяг перетину із сферами знань, з якими був ознайомлений автор під час свого університетського навчання.

В цьому дослідженні будемо розглядати підприємства, що працюють у сфері інформаційних технологій. Вони передбачають деяку множину процесів, методів діяльності, застосовують методи прогнозування витрат власних ресурсів тощо — одним словом, вони являють собою вдалий приклад обмеження предметної області для нашого дослідження. Відомо,

що із сектором ІТ тісно пов'язана діяльність лівової частки сучасних молодих спеціалістів вищих технічних навчальних закладів, а отже, вкрай важливого та перспективного сегменту з точки зору економіки державного масштабу. У 2016 році світові витрати на ІТ-послуги склали 1229 млрд дол. США, і ця галузь зростає щороку, в тому числі очікується зростання на 3,2% у 2017 році. При цьому із розвитком технологій, з новою технологічною революцією, цифровізацією світу значення розробки програмного продукту лише зростатиме. Ринок розробки ПЗ сьогодні є здебільшого експортно-орієнтованим і займає третє місце за обсягами виручки, тож є одним із головних джерел надходження валютних коштів в Україну. Експортно-орієнтований сектор розробки ПЗ у 2016 році склав 3,2 млрд дол. США, що становить близько 26% експорту послуг за відповідний період і 7% сукупного експорту товарів і послуг. Таким чином ринок позитивно впливає на стабільність курсу національної валюти і цін в державі[33]. Таким чином, ці фактори визначають вибір об'єкта дослідження.

Предметом дослідження постає методика, за допомогою якої розв'язується задача. В дослідженні після проведення аналізу предметної області отримані закономірності піддаються аналізу за допомогою техніки бенчмаркінгу із використанням математичних методів підтримки та прийняття рішень. Обраний предмет роботи становить новизну дослідження.

1 БЕНЧМАРКІНГ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ

1.1 Визначення бенчмаркінгу та бенчмаркінг бізнес-процесів

В даному розділі поставимо метою дослідження історії виникнення та еволюції поняття бенчмаркінгу. Поняття потребує в проведенні дослідження його історії та класифікації, відповіді на питання - які були в минулому та існують на сьогодні методики його проведення.

Необхідно встановити зв'язок між поняттями бенчмаркінгу та бізнес-процесів і продемонструвати, що таке бенчмаркінг бізнес процесів.

В рамках об'єкту дослідження, необхідно дати детальну характеристику бізнес-процесів в підприємствах сфери ІТ-аутсорсингу.

Бенчмаркінг пов'язаний з постановкою цілей та є одним з компонентів процесу планування. Деякі дослідники поєднують його з циклом Демінга, що включає в себе чотири елементи: плануй, здійсни, перевіряй, дій (PDCA). Окремі моделі бенчмаркінгу включають в себе до 30 кроків, які необхідно пройти для досягнення кінцевого результату. Єдиної думки щодо визначення сутності бенчмаркінгу як методу поліпшення діяльності не існує. Найбільш узагальненим є визначення бенчмаркінгу як засобу для вдосконалення діяльності та практики кращої якості з використанням досвіду найкращого в цій сфері.[24]

Об'єктами бенчмаркінгу можуть бути: методи, процеси, технології, якісні параметри продукції, показники фінансово-господарської діяльності підприємств (структурних підрозділів). Досліджуючи виробничі процеси, методи чи технології виробництва і збуту продукції, головну увагу приділяють пошуку резервів зниження витрат виробництва та підвищенню конкурентоспроможності продукції. Поняття «бенчмаркінг» вперше

з'явилося в 1972 році в Інституті стратегічного планування Кембриджу під час дослідницької діяльності консалтингової групи PIMS. Тоді був сформульований основний принцип бенчмаркінгу: «для того щоб знайти ефективне рішення в сфері конкуренції, необхідно знати найкращий досвід інших підприємств, які досягли успіху у подібних умовах». Першим практичним застосуванням теорії бенчмаркінгу став проект компанії Ксерокс щодо порівняння якості виробленої нею продукції із успішнішими на той час японськими аналогами («Бенчмаркінг конкурентоздатності»).

Розрізняють такі види бенчмаркінгу:

- внутрішній бенчмаркінг, який зводиться до аналізу та порівняння показників діяльності різних структурних підрозділів одного й того самого підприємства;
- бенчмаркінг, зорієнтований на конкурентів, — сконцентрований на порівняльному аналізі товарів (робіт, послуг), продуктивності виробничих процесів та інших параметрів досліджуваного підприємства з аналогічними характеристиками підприємств-конкурентів. Вважається, що найкращим аналогом для порівняння є «ринковий лідер». Ідентифікація факторів, які зумовлюють відставання досліджуваного підприємства від лідера, дає можливість розробити рекомендації щодо скорочення відставання;
- функціональний бенчмаркінг, за якого аналізуються окремі процеси, функції, методи й технології порівняно з іншими підприємствами, які не є конкурентами розглядуваного. Фірми, що застосовують схожі методи, прийоми чи технології і не є конкурентами, охоче йдуть на взаємний обмін первинною інформацією та зацікавлені в

реалізації спільних проектів, спрямованих на вдосконалення тих чи інших операцій, що порівнюються;

- бенчмаркетинг процесу: вивчення і порівняння характеристик процесів; загальний бенчмаркетинг; зіставлення конкретної функції кількох підприємств різних секторів діяльності;
- стратегічний бенчмаркетинг: вивчення успішних стратегій підприємств-партнерів;
- глобальний бенчмаркетинг: вивчення культури й національних особливостей діяльності підприємства.

Розглянемо наступну модель (життєвий цикл) бенчмаркінгу. Вона є поєднанням моделей Р.Кемпа та Х.Вазірі. В ній використано системний підхід та циклічність. Поетапна модель складається з п'яти фаз, кожна з яких включає в себе певні кроки:

1. Етап планування складається з трьох кроків: визначення об'єкта бенчмаркінгу, пошук найкращих варіантів в даній сфері, визначення методу збору інформації та збір цієї інформації.
2. Етап аналізу включає в себе два кроки: визначення слабких сторін власної компанії в досліджуваній сфері, проектування очікуваного рівня (див. SWOT).
3. Етап інтегрування складається з таких кроків: встановлення функціональних цілей, налагодження комунікаційних зв'язків.
4. Етап дії включає такі кроки: розробка планів впровадження, впровадження та моніторинг.
5. Етап зрілості полягає у відповіді на запитання: чи інтегровано практику в процес діяльності фірми, чи досягнуто позиції лідера в даній сфері.[2]

Цікаву роль приділив бенчмаркінгу український учений-правознавець, фахівець з питань національної безпеки та проблем боротьби з тероризмом В. А. Ліпкан. Провівши глибокий аналіз історії, визначення, мети, предмету та головних притаманних рис бенчмаркінгу, автор використовує його при розробці нового наукового напрямку «Бенчмаркінг безпеки».

Бенчмаркінг, за словами В.А. Ліпкана, це спосіб оцінки стратегій і цілей роботи організації в порівнянні з першокласними підприємницькими організаціями для визначення свого місця на конкретному ринку. Він представляється як використання методів управління, які успішно використовуються підприємницькими організаціями після того, як у результаті порівняння з іншими сферами підприємницької або діяльності конкурента були виявлені слабкі сторони своєї організації. При використанні бенчмаркінгу виробничі і маркетингові функції стають більш керованими, тому що після досліджень впроваджуються кращі методи і технології інших підприємницьких організацій.

Історично бенчмаркінг спочатку був відомий як модель з назвою ВАР-аналіз: проста методика оцінки «розриву» між важливими параметрами фірми і бажаних результатів (в якості таких можуть виступати і якості головного конкурента) використовувалася для оцінки слабких сторін фірми.

У той же час бенчмаркінг — технологія дуже небезпечна. Її можна застосовувати лише як один із засобів для аналізу, але не для розробки програми конкретних дій.

Бенчмаркінг суперечить головній методології стратегічного управління — методології ситуаційного підходу, а тому він є небезпечним.

Дійсно, під час контролінгу ми порівнюємо стан об'єкта управління (ім може бути певний рівень безпеки) зі стандартом. Відмінність результатів оцінки від стандарту є сигналом для проведення корекції алгоритму управління. Однак стандарт (еталон) має розроблятися на основі аналізу потенціалу фірми і всього ринку в цілому, а не тільки порівняння фірми з одним конкурентом, нехай і головним.

Мета бенчмаркінгу — підвищення ефективності власної діяльності та завоювання переваг у конкурентній боротьбі. В даний час бенчмаркінг, зокрема, використання його головного принципу «від кращого до найкращого», повертає до життя, до успіху багато фірм США, Японії, Західної Європи.

Предметом бенчмаркінгу є технологія, виробничі процеси, методи організації виробництва та збуту продукції, а також забезпечення безпеки. Результати бенчмаркінгу поряд з результатами маркетингових досліджень використовуються при виробленні цілей і стратегій діяльності організацій.[3]

У науковій літературі розрізняють декілька поколінь еволюції бенчмаркінгу.

Перше покоління бенчмаркінгу інтерпретується як реінжинірінг або ретроспективний аналіз продукту. Що стосується сфери безпеки то реінжинірінг безпеки полягає у реконцептуалізації заходів, що вживаються для забезпечення безпеки. Це означає, що вони переосмислюються та виправляються відповідно до нових реалій.

Друге покоління, бенчмаркінг конкурентноздатності — розвивається як наука (1976-1986 р.), завдяки діяльності фірми Ксерокс.

Третє покоління бенчмаркінгу розвивається в період 1982-1986 р., коли підприємства — лідери якості з'ясовують можливість повчитися більш просто в підприємств поза їхнім сектором або галуззю, ніж досліджуючи конкурентів.

Четверте покоління бенчмаркінгу — це стратегічний бенчмаркінг, що розглядається як систематичний процес, спрямований на оцінку альтернатив, реалізацію стратегій і удосконалення характеристик продуктивності на основі вивчення успішних стратегій зовнішніх підприємств партнерів.

П'яте покоління — глобальний бенчмаркінг розглядається майбутнім інструментом організації міжнародних обмінів з урахуванням культури і національних процесів організації виробництва. [3]

Існує кілька загальних визначень бенчмаркінгу, що припускають різне його розуміння:

- визначення, прийняте в компанії Ксерокс. БМ — безупинний процес визначення рівня нашої продукції і послуг, методів у порівнянні з результатами наших головних конкурентів або компаній, які посідають лідируючі позиції;
- визначення поняття на основі якості. Стандартний процес, що використовується для оцінки ступеня задоволення вимог клієнта;
- визначення зі словника. Стандарт, стосовно якого може проводитися яке-небудь порівняння. Раніше визначена контрольна точка, що використовується як орієнтир;
- загальне визначення. Основа для визначення раціональних цілей діяльності за допомогою пошуку кращих методів організації

виробничих процесів у галузі з метою досягнення найбільшої ефективності.[3]

На основі дослідження [24] робиться таке узагальнення. Бенчмаркінг — це процес удосконалення (безперервний пошук нових ідей, їх адаптація та використання на практиці), що передбачає розвиток у підприємства прагнення до безперервного поліпшення; метою бенчмаркінгу є поліпшення об'єкта порівняння, його основних показників; еталоном порівняння можуть виступати як підприємства-конкуренти, так і еталонні моделі аналізованої організації; обов'язковість врахування вимог споживачів при реалізації. На основі викладеного вище сформулюємо поняття «бенчмаркінг бізнес-процесів».

Отже, бенчмаркінг бізнес-процесів — це процес систематичного порівняння бізнес-процесів підприємства, з урахуванням вимог споживачів, з бізнес-процесами прямих конкурентів найкращих у галузі або еталонними моделями бізнес-процесів аналізованого підприємства для вжиття заходів з поліпшення основних показників їх функціонування.[24]

Предметом бенчмаркінгу є процес і результат застосування кращих методів конкурентом, а також процес і результат використання отриманої інформації на користь власної організації. БМ не можна обмежувати лише контрольною точкою, лишаючи поза увагою сам контекст і умови та чинники її досягнення, що умовно називають процесом. Водночас хотіли акцентувати увагу і на тій обставині, що обмежувати БМ лише вивченням самого процесу без розроблення методології застосування результатів успіху для власної компанії і вивчення результатів цього застосування є неповним. За таких умов порушується зворотний зв'язок, за допомогою

якого і можна оцінити результат та ефективність впровадження успішного процесу і результат в діяльність іншої організації.[3]

Саме для цього, необхідно чітко визначати цілі, завдання принципи та методи бенчмаркінгу, про що і йтиметься нижче.

1.2 Мета та етапи бенчмаркінгу

Як ми вже зазначали, бенчмаркіг становить собою процес. Відтак, можемо говорити про цілі даного процесу, функції та завдання, принципи та методи бенчмаркінгу, взаємодія яких забезпечує ефективне проведення бенчмаркінгу, що ми об'єднали одним терміном — механізм бенчмаркінгу. Отже, основними елементами бенчмаркінгу є: цілі та завдання, функції, принципи та методи. Розглядові змісту цих елементів і присвячений даний розділ, який ми і назвали механізм бенчмаркінгу. Окрім елементів, ми вважаємо за доцільне додатково у даному розділі розглянути види бенчмаркінгу і етапи його проведення, оскільки етапи є безпосередньо пов'язали ми із механізмом, а види БМ корелюють із кожними з його елементів.

Слід зазначити, що серед послідовників БМ такий підхід розглядається як проблемно-орієнтовний БМ, що передбачає відповідне реагування на проблему, що виникла та пошук ефективного рішення через БМ.

Водночас, найбільш ефективним засобом є концентрація на бізнес-процесах, які сприяють досягненню поставлених завдань та їх удосконаленні; йдеться про процеси, які складають основу бізнесу. До

таких процесів можна віднести: прийом замовлень, обробку замовлень, послуги, виставлення рахунків, отримання грошей.

Саме концентрація на удосконаленні бізнес-процесів сприяє досягненню результатів — виконанню завдань і пріоритетів компанії. У цьому і полягає нова, важлива і революційна перспектива застосування БМ. Нині БМ притаманна особлива і визначена роль, яка безпосередньо підтримує цілі компанії і сприяє їх досягненню. Якщо кращі методи організації визначені і застосовуються у основних бізнес процесах, то БМ досяг своєї цілі і сприяє досягненню пріоритетних цілей компанії.

Мета бенчмаркінгу лишається незмінною — спростувати уявлення про неможливість навчитися чомусь у інших компаній. Для виконання цієї мети бенчмаркінг послуговується наступними завданнями.

1. Проаналізувати діяльність. Компанії, що здійснюють БМ, мають оцінити слабкі та сильні сторони існуючих робочих процесів, проаналізувати критично важливі складові затрат, врахувати претензії клієнтів, виділити області діяльності, які мають бути вдосконалені і в яких необхідно зменшити час циклу, віднайти способи зменшити кількість помилок і недоліків або зменшити обіг активів.

2. Знати конкурентів і лідерів в певній галузі промисловості. Компанії, що здійснюють бенчмаркінг, мають вияснити, хто є кращим з кращих.

3. Підключити до проведення процесу кращих з кращих. Компанії, що зацікавлені у проведенні бенчмаркінгу, мають вчитися у лідерів, визначити точку, в якій вони перебувають і подальший напрям, дізнатися,

якими є найкращі методи компаній-лідерів, визначити їх способи підвищення ефективності і перейняти такі.

4. Досягнути переваги. Компанії, які застосували бенчмаркінг, мають спромогтися досягти результатів, які б стали новими контрольними точками проведення бенчмаркінгу.

Бенчмаркінг є невід'ємною частиною планування, огляду та оцінки процесу, тобто моніторингу. Він забезпечує концентрацію на зовнішньому середовищі і сприяє використанню фактичної інформації при розробленні планів. Бенчмаркінг використовується з метою удосконалення діяльності через розуміння методів і способів дій, що вимагаються для досягнення рівня ефективності світового класу. Основним завданням бенчмаркінгу є розуміння тих методів, які забезпечують конкурентну перевагу, визначення цілей слідує за ними.

Таким чином мета бенчмаркінгу — визначення і застосування кращих методів у основних бізнес-процесах організації.

Але саме компанії, які усвідомлюють, що бажані результати можуть бути досяжними лише через зміну процесів, досягнули суті БМ. Бенчмаркінг, що ґрунтується на процесі, є БМ результативним.

Таким чином, необхідно застосовувати процесно-орієнтований, а не проблемно-орієнтований БМ.

У бенчмаркінгу є дуже важливою безпосередня підтримка цілей, пріоритетів і місій компанії. Якщо такої підтримки немає, зусилля щодо проведення БМ є порожніми. Отже, спочатку планування заходів по БМ вони мають корелювати з конкретними цілями компанії.

Відтак загальні завдання проведення бенчмаркінгу можна поділити на два процеси: процес користувача і процес управління.

Процес користувача становить собою процес, якому слідує команда по БМ з метою здійснення проекту.

Процес управління включає заходи, що здійснюються керівництвом з метою забезпечення успішної діяльності команди і постійності БМ. Під цим розуміється створення необхідного середовища, що сприяє появі нових ідей, спрямованих на удосконалення бізнес-процесу, забезпечення необхідної підтримки та навчання, визначення пріоритетів при застосуванні БМ і заохочення застосування на практиці його результатів.

Основними етапами процесу поліпшення бізнес-процесів у сучасній літературі визначаються: організація (ініціація та організація процесу поліпшення); документування (вибір підходу); аналіз (визначення можливостей для поліпшення); проектування нового бізнес-процесу; впровадження (реалізація рішень, що спрямовані в майбутнє); управління бізнес-процесами для постійного поліпшення. Проте зміст даних етапів не розкривається, та не наводяться певні види робіт для їх реалізації.[24]

Процес поліпшення подається у вигляді послідовності певних дій, а саме: виявлення всіх процесів організації; виділення з них ключових процесів з точки зору створення цінності і досягнення стратегічних цілей; здійснення оцінки ключових процесів і вибір тих, які потребують поліпшення; вибір стратегії і методів поліпшення кожного обраного процесу; розроблення проекту з поліпшення; організація менеджменту процесів з метою оцінки ефективності поліпшення; закріплення результатів та розповсюдження досвіду поліпшення на всі процеси організації. При цьому запропоновано можливі стратегії поліпшення

бізнес-процесів та визначено умови їх вибору на основі важливості недоліків процесу (ступені необхідних поліпшень) та поточного рівня зрілості (гнучкості) процесу. Такими стратегіями є: усунення окремих недоліків процесу за допомогою спеціальних проектів; безперервне поліпшення процесів; радикальне поліпшення і зміна процесу (інноваційне поліпшення). Разом з тим, при виборі відповідних стратегій основна увага приділяється рівню зрілості процесів, а не конкретним значенням показників їх оцінки, та не обґрунтовується доцільність застосування окремих методів поліпшення в рамках визначених стратегій [25].

Висновки

Бенчмаркінг — це процес, що проводиться керуючими елементами державних та виробничих структур, який має своєю метою безперервне покращення власного робочого процесу та проведення всіх інших можливих заходів з метою виведення даної організації на лідируючі позиції відносно аналогічних підприємств.

В класичному розумінні бенчмаркінг направлений на порівняння даної організації наряду зі своїми аналогами. Однак закритість даних про внутрішні процеси робить цей варіант можливим не завжди.

Внутрішній бенчмаркінг дозволяє порівняти підрозділи одного й того ж самого підприємства і тим самим отримати аналогічний ефект постійного покращення за рахунок перейняття більш досконалих технік від одних співробітників до інших.

2 МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

2.1 Метод аналізу ієрархій (MAI)

Під прийняттям рішень розуміють процес інтелектуальної діяльності, метою якого є вибір найкращої альтернативи серед існуючих в певній ситуації.

Методи підтримки прийняття рішень застосовуються для розв'язання широкого спектру прикладних задач в різноманітних сферах людської діяльності. Велика кількість досліджень спрямована на їх застосування в галузі державного управління, управління підприємством, містобудування, логістики, охорони довкілля, логістики, промислового виробництва тощо.

Метод аналізу ієрархій є одним із найперших та найпоширеніших методів підтримки прийняття рішень. Він був запропонований математиком з США Томасом Сааті. Оригінальна назва методу формулюється як *Analytic Hierarchy Process*. Назва методу, поширеної сьогодні в літературі, що дістається нам в спадок від радянського періоду, і яка використовується в даній роботі, виникла завдяки відомому перекладу монографії Сааті на російську мову грузинським науковцем Р. Г. Вачнадзе.

В цьому процесі виділяють наступні основні дійові особи:

- Особа, що приймає рішення (ОПР) — особа, що приймає рішення. Прийнято розуміти цю роль як роль однієї конкретної людини, а якщо ж більше людей займають цю позицію, то ОПР вважають найбільш впливову особу серед них, часто ту, що обіймає вищу посаду, а решту вважають консультантами. Однак в [8] Томас Сааті пропонує і заохочує застосування методу групою людей, приводячи як приклад процес прийняття урядових та корпоративних рішень в

Японії, коли всі радники можуть вести довгі переговори, поки не прийдуть до компромісного рішення, що задовольняє всіх.

- Власник проблеми — особа, організація, підприємство, країна, тощо, котра нестиме безпосередню відповідальність за прийняте рішення. Це може бути не лише одна сторона, а наприклад, дві країни в стані суперечки.
- Експерт — особа або група осіб, що є носіями інформації та досвіду в тих галузях знань, яких стосується дана проблема, та які за відсутності наявних історичних даних надають ОПР необхідні чисельні оцінки вагомості одних об'єктів оцінювання по відношенню до інших

За характером невизначеності, що існує на початку задачі, та за типом інформації, отримуваної в результаті її розв'язання, можна виділити наступні класи задач прийняття рішень:

1. Задача вибору. Для таких задач відома мета та множина альтернатив, а результатом є вибір альтернативи, що найбільш вдовольняє поставленій меті.
2. Задача ранжування. Вхідні дані ті ж, що і для задачі вибору. Результатом є встановлення у відповідність кожній альтернативі чисельного значення (ваги), що є мірою того, наскільки ця альтернатива підходить для вдоволення мети, та сортування альтернатив від найбільш до найменш привабливої.
3. Задача розподілу ресурсів.
4. Задача прогнозування.
5. Аналіз співвідношення доходи/витрати.
6. Планування та розвиток.

Метод аналізу ієрархій був запропонований математиком з США Томасом Сааті. Оригінальна назва методу формулюється як Analytic Hierarchy Process. Назва методу, поширеної сьогодні в літературі, що дістається нам в спадок від радянського періоду, і яка використовується в даній роботі, виникла завдяки відомому перекладу монографії Сааті на російську мову грузинським науковцем Р. Г. Вачнадзе.

Метод не можна вважати суворо математичною конструкцією. У роботі [29] розглядається основне положення методу аналізу ієрархій, котре полягає в тому, що порівняння варіантів щодо переваги за кожним з критеріїв слід проводити в шкалі відносин, причому ці шкали не пов'язані ні між собою, ні з пріоритетами критеріїв. Стверджується, що це положення, згідно з математичної теорії вимірювань, неправомірно. Наведено простий приклад, який показує, що заснована на зазначеному твердженні техніка оцінювання ступенів переваг щодо критеріїв, а також наступні розрахунки пріоритетів варіантів, можуть привести до явно помилкових результатів.

Однак Томас Сааті на початку своєї монографії стверджує, що метод аналізу ієрархій є лише замкнутою логічною конструкцією, що забезпечує за допомогою простих правил проведення аналізу складних проблем у всьому їх різноманітті і приводить до найкращої відповіді. Застосування методу дозволяє включити в ієрархію всі наяві у в дослідника з даної проблеми знання і уяву. Це, з точки зору Сааті, є компромісним шляхом вирішення важкої проблеми: залишити математику простою і дозволити багатстві структури нести тягар складності. Ніяка математика не може замінити людський розум і досвід інтерпретації реального світу. Незалежно від того, наскільки складною може бути математика, вона

все-таки не буде відображати всі ті елементи в проблемі, які явно істотні для нас [8].

2.2 Інтерпретація пріоритетів за допомогою теорії графів

Позначимо вузли направленої графу G через $1, 2, 3, \dots, n$.

Інтенсивність дуги між вершинами i та j — невід’ємне число q_{ij} , $0 < q_{ij} < 1$ яке асоціюється з кожною направленою дугою x_{ij} від вузла i до вузла j (петлі та кратні дуги дозволяються).

Маршрутом в направленому графі називається послідовність вузлів та дуг, при якій кожний вузол є кінцем дуги, яка знаходиться у послідовності безпосередньо перед ним та джерелом наступної за ним дуги. Обидві кінцеві точки кожної дуги знаходяться у послідовності. Довжиною маршруту є число дуг у послідовності. Маршрут довжини k назовемо « k -маршрутом».

Інтенсивністю маршруту довжини k від вузла i до вузла j є добуток інтенсивностей дуг в маршруті.

Загальною інтенсивністю всіх маршрутів від вузла i до вузла j є сума інтенсивностей маршрутів.

Загальна інтенсивність маршрутів вузла i до вузла j дорівнює

$$t_{ij} = p_{ij} q_{ij},$$

де P_{ij} - число дуг від i до j , а q_{ij} - інтенсивність кожної дуги.

Для заданого направленного графу D елементи u_{ij} матриці інтенсивності-інцидентності U - це загальні інтенсивності маршрутів від i до j .

Теорема 2.1. Елемент $u_{ij}^{(k)}$ матриці інтенсивності-інцидентності U^k є загальною інтенсивністю k -маршрутів від вузла i до вузла j .

Наслідок 2.1.1. Якщо $q_{ij} = 1$ для всіх i та j , то (i, j) -й елемент в U^k є числом k -маршрутів від i до j .

Для знаходження пріоритетів необхідно розв'язати обернену задачу інтерпретації ступенів матриці для підрахунку інтенсивностей маршрутів.

З кожним об'єктом процедури парних порівнянь будемо асоціювати вузол направленного графу D . В цьому випадку матрицею інтенсивності-інцидентності U є матриця суджень. Чисельник P_{ij} (i, j) -го елементу такої матриці (маємо на увазі, що він заданий в порівняно простій дробній формі) представляє собою число дуг, направлених від вузла i до вузла j . Інтенсивність кожної дуги від i до j одна й та ж та дорівнює оберненій величині q_{ij} знаменника елемента. Це єдиний спосіб визначення відповідного графу, оскільки для $q_{ij} = 1$ він зводиться до звичайної матриці вершин, k -та ступінь якої дає число маршрутів довжини k [1].

Інтерпретувати (i, j) -й елемент матриці суджень A можна як пряму перевагу або інтенсивність важливості об'єкту i відносно об'єкту j . Він виражає відносний вклад, який об'єкт i вносить у досягнення певної цілі в порівнянні з вкладом, який вносить об'єкт j . Нормалізовані суми рядків матриці A представляють собою рівень вкладу відповідних об'єктів відносно всіх інших об'єктів. Нормалізовані суми рядків квадрату матриці A^2 - це перевага з урахуванням всіх 2-маршрутів, тобто непряме порівняння пар через одну проміжну вершину. Тому рівень важливості об'єкту підвищується чи знижується відповідно до його взаємозв'язків з іншими об'єктами. В загальному випадку ефект переваги між об'єктами можна отримати, обчислюючи граничне значення суми рядків A^k - матриці суджень A k -го ступеню. Кожне число, нормалізоване за допомогою суми цих величин, служить загальним індексом переваги або пріоритетом об'єктів.

Формально поняття відносної переваги об'єкту i над об'єктом j за k кроків можна роз'яснити в термінах загальної інтенсивності всіх k -маршрутів від вузла i до вузла j . Відносна перевага об'єкту i над іншим об'єктом j прямо та опосередковано через проміжні об'єкти, за k кроків представлена (i, j) -м елементом матриці A^k . Внаслідок наявності петлі на кожній вершині отримуємо, що кожний вхід матриці A^k є сумою всіх маршрутів з довжиною меншою чи рівною k . Кількість включень кожного маршруту залежить від його довжини та від числа перестановок петель маршруту при одержанні потрібної довжини маршруту. Петля сама по собі надає одиничну інтенсивність маршруту. Тому загальна

інтенсивність маршруту не змінюється при проходженні вздовж петлі декілька разів. Таким чином, отримали наступну теорему.

Теорема 2.2. Нехай $A = (a_{ij})$ - матриця порівнянь розмірності $n \times n$. Тоді елемент $a_{ij}(k)$ матриці A^k представляє собою відносну перевагу або важливість об'єкту i над об'єктом j за k кроків.

Вагою (пріоритетом) $w_i(k)$ об'єкту i називається індекс переваги об'єкту i над усіма іншими об'єктами за k кроків:

$$w_i(k) = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}(k)}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}(k)}.$$

Загальна вага (пріоритет) w_i об'єкту i над всіма іншими об'єктами визначається наступним чином:

$$w_i = \lim_{k \rightarrow \infty} w_i(k) = \lim_{k \rightarrow \infty} \left(\frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}(k)}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n a_{ij}(k)} \right)$$

2.3 Неприводимі матриці

За результатами експертного оцінювання в МАІ формуються додатні обернено симетричні матриці парних порівнянь.

Квадратні матриці $A = (a_{ij})$, для яких $a_{ij} > 0$, $a_{ij} = \frac{1}{a_{ji}}$, $i, j = 1, \dots, n$, називаються додатними, обернено симетричними матрицями.

Додатні обернено симетричні матриці $A = (a_{ij})$, для елементів яких виконується співвідношення $a_{ik} = a_{ij}a_{jk}$, $i, j = 1, \dots, n$ називаються *узгодженими*.

Наведемо деякі означення і теореми з теорії додатних матриць [8].

Матриця називається *неприводимою*, якщо вона не може бути

представлена у вигляді $\begin{bmatrix} A_1 & 0 \\ A_2 & A_3 \end{bmatrix}$, де A_1, A_3 - квадратні матриці, 0 - нульова матриця.

Обернено симетричні матриці парних порівнянь не містять нулів, значить вони завжди неприводимі.

Теорема 2.3 (Перрона-Фробеніуса). Нехай $A \geq 0$ - невід'ємна неприводима матриця. Тоді:

1. A має дійсне додатне просте власне число λ_{\max} , що по модулю не менше будь-якого іншого власного числа матриці A (деякі з них можуть бути комплексними числами).

2. Власний вектор матриці A , який відповідає власному числу λ_{\max} , має додатні компоненти та єдиний (з точністю до постійного множника).

3. Число λ_{\max} (називається коренем Перрона матриці A) задовольняє умові

$$\lambda_{\max} = \max_{x \geq 0} \min_{1 \leq i \leq n} \frac{(Ax)_i}{x_i} = \min_{x \geq 0} \max_{1 \leq i \leq n} \frac{(Ax)_i}{x_i},$$

де $x \geq 0$ - довільне.

Наслідок 2.3.1. Нехай $A \geq 0$ - невід'ємна неприводима матриця і нехай $x \geq 0$ - довільне. Тоді корінь Перрона задовольняє умові

$$\min_{1 \leq i \leq n} \frac{(Ax)_i}{x_i} \leq \lambda_{\max} \leq \max_{1 \leq i \leq n} \frac{(Ax)_i}{x_i}.$$

Матриця A називається *стохастичною*, якщо суми її рядків дорівнюють одиниці.

Доведення теореми Персона-Фробеніуса спирається на наступні факти теорії додатних матриць.

Нехай A - додатна $n \times n$ матриця, λ_{\max} - її найбільше власне число, тоді:

1. Число λ_{\max} обмежене зверху і знизу відповідно максимальною та мінімальною сумами рядків матриці A . Значить, якщо A - стохастична матриця, то $\lambda_{\max} = 1$.

2. Для стохастичної матриці A , $\lim_{k \rightarrow \infty} A^k = ev$, де v - додатний вектор-рядок, $v = (v_1, v_2, \dots, v_n)$, $\sum_{i=1}^n v_i = 1$, $e = (1, 1, \dots, 1)^T$.

3. Для додатної матриці A існує додатне число λ , ненульовий вектор-рядок v та ненульовий вектор-стовбець w , такі, що $\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{A^k}{\lambda^k} = wv$.

4. Число λ є найбільшим власним значенням A і називається головним власним значенням, w та v - головні власні вектори, єдині з точністю до постійного множника.

5. Вектор w ортогональний до усіх не головних власних векторів-стовбців, а v - до усіх не головних власних векторів-рядків.

6. Якщо λ_1 - найбільше власне число A , причому $\lambda_i \neq \lambda_j$; $i \neq j$, $i, j = 1, 2, \dots, n$ і якщо w_1 - головний власний вектор, що відповідає максимальному власному числу λ_1 , w_i - правий власний вектор, що відповідає λ_i , то $\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{A^k e}{e^T A^k e} = c w_1$, де c - константа.

Теорема 2.4. Якщо A - невід'ємна неприводима матриця, то значення λ_{\max} зростає із збільшенням будь-якого елементу a_{ij} .

Невід'ємна неприводима матриця A називається *примітивною* якщо існує ціле $m \geq 1$, таке, що $A^m > 0$. Інакше матрицю називають *імпримітивною*.

Теорема 2.5. В графі примітивної матриці довжина шляху між будь-якими двома вершинами більше або дорівнює m .

Теорема 2.6. Невід'ємна неприводима матриця A примітивна тоді і тільки тоді, коли A має єдиний характеристичний корінь з максимальним модулем, і цей корінь має кратність, яка дорівнює одиниці.

Теорема 2.7. Для примітивної матриці A

$$\lim_{k \rightarrow \infty} \frac{A^k e}{\|A^k\|} = cw, \quad \|A^k\| = e^T A^k e,$$

де $c = \text{const}$, w - власний вектор, який відповідає найбільшому власному числу λ_{\max} .

2.4 Узгодженість

Оцінки, що надаються експертами в ході порівнянь, не виключають суперечливостей. Існує ряд причин неузгодженості оцінок. Недолік неузгодженості — тоді зменшується точність встановлених пріоритетів, оскільки за рахунок суперечливих даних знижується частка корисної інформації в оцінках.

Для узгодженості оцінок необхідно та достатньо, щоб матриця парних порівнянь вдовольняла умові

$$a_{ij} = a_{ik} a_{kj} \quad \forall i, j, k$$

Існує ряд методів, що дозволяють знаходити викиди (найбільш неузгоджені оцінки) та отримувати узгоджені, більш об'єктивні дані.

Нехай є n каменів A_i , $1 < i < n$ з відомими вагами w_1, w_2, \dots, w_n та припустимо, що сформована матриця парних порівнянь, в рядках якої знаходяться відношення ваги кожного каменя до ваг всіх інших каменів. Отримаємо рівняння:

$$Aw = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \square & \frac{w_1}{w_n} \\ \square & \square & \square & \square \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \square & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \square \\ w_n \end{bmatrix} = n \begin{bmatrix} w_1 \\ w_2 \\ \square \\ w_n \end{bmatrix} = nw.$$

Для отримання ваг необхідно розв'язати систему лінійних однорідних рівнянь $Aw = nw$ чи $(A - nI)w = 0$. Вона має нетривіальний розв'язок тоді і тільки тоді, коли детермінант $A - nI$ дорівнює нулю, тобто коли n є власним числом A . Матриця A має одиничний ранг, оскільки кожний її рядок дорівнює першому рядку, помноженому на константу. В результаті всі власні числа A , окрім одного, дорівнюють нулю. Сума власних чисел матриці дорівнює її сліду – сумі діагональних елементів – в даному випадку слід A дорівнює n . Отже, n є власним числом A та існує нетривіальний розв'язок – додатний вектор w , який єдиний з точністю до константи. Єдиність вектору w забезпечується нормуванням шляхом ділення кожного елементу w на суму всіх його елементів.

Таким чином, знаючи матрицю парних порівнянь A , можна отримати ваги. В цьому випадку розв'язком буде будь-який нормований стовпчик A . Відмітимо, що для елементів матриці A мають виконуватися наступні властивості: оберненої симетричності ($a_{ji} = 1/a_{ij}$, $a_{ii} = 1$) та узгодженості ($a_{ik} = a_{ij}a_{jk}$).

В загальному випадку немає можливості отримати точні значення відношень w_i/w_j , можна визначити тільки їх оцінки. Припустимо, що

отримані від експертів оцінки відношень w_i / w_j - це малі збурення точних значень.

Вибір збурення, яке найбільш відповідає описанню впливу неузгодженості на власний вектор, що розраховується, залежить від психологічного процесу, який має місце при заповненні матриці парних порівнянь. Припустимо, що всі збурення, які заслуговують на увагу, можуть бути зведені до загального вигляду $a_{ij} = w_i \varepsilon_{ij} / w_j$, де $\varepsilon_{ij} > 0$ [1].

Узгодженість має місце, якщо $\varepsilon_{ij} = 1$.

Визначимо $\mu = -\frac{1}{n-1} \sum_{i=2}^n \lambda_i$ як середнє не головних власних чисел

матриці A із знаком мінус. Тоді з $\sum_{i=1}^n \lambda_i = n$ отримуємо $\lambda_{\max} \equiv \lambda_1$,

$$\mu = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1).$$

Так як $\lambda_{\max} = \sum_{j=1}^n a_{ij} w_j / w_i$ (i -а компонента рівняння $Aw = \lambda_{\max} w$),

то:

$$n\lambda_{\max} = n \sum_{j=1}^n \varepsilon_{ij} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \varepsilon_{ij} = \sum_{i=1}^n \varepsilon_{ii} + \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n (\varepsilon_{ij} + \varepsilon_{ji}) = n + \sum_{\substack{i,j=1 \\ i \neq j}}^n (\varepsilon_{ij} + \frac{1}{\varepsilon_{ij}})$$

$$\mu = \frac{\lambda_{\max} - n}{n-1} = \frac{1}{n-1} - \frac{n}{n-1} + \frac{1}{n(n-1)} \sum_{1 \leq i < j \leq n} [a_{ij} \frac{w_j}{w_i} + a_{ji} \frac{w_i}{w_j}]$$

$$\mu = -1 + \frac{1}{n(n-1)} \sum_{1 \leq i < j \leq n} [\varepsilon_{ij} + \frac{1}{\varepsilon_{ij}}]$$

$$\mu = \frac{1}{n(n-1)} \sum_{1 \leq i < j \leq n} [\frac{\delta_{ij}^2}{1+\delta_{ij}}]$$

При $\varepsilon_{ij} \rightarrow 1$, тобто при досягненні узгодженості, маємо, що $\mu \rightarrow 0$.

Крім того, μ є випуклою за ε_{ij} , оскільки функція $\varepsilon_{ij} + \frac{1}{\varepsilon_{ij}}$ випукла (має мінімум при $\varepsilon_{ij} = 1$), і сума випуклих функцій є випуклою. Якщо запишемо $\varepsilon_{ij} = 1 + \delta_{ij}$, то при $\delta_{ij} > -1$ маємо.

Теорема 2.8. Найбільше власне число додатної обернено симетричної матриці задовольняє нерівності $\lambda_{\max} \geq n$ і рівність має місце тоді і тільки тоді, коли матриця є узгодженою.

Таким чином, для досягнення узгодженості матриці бажано, щоб μ було близьким до нуля, або, що те ж саме, λ_{\max} було близьким до n .

Для матриць $A = (a_{ij})$, $W = (w_i / w_j)$ маємо $(A - W)w = (\lambda_{\max} - n)w$, звідки випливає, що апроксимація a_{ij} за допомогою w_i / w_j є тим кращою, чим ближче λ_{\max} до n . Записавши $a_{ij} = w_i / w_j + w_j \delta_{ij} / w_i$, знаходимо, що $\delta_{ij}^2 = [a_{ij} w_j / w_i - 1]^2$. Таким чином, замінивши a_{ij} відношенням w_i / w_j , отримаємо $\delta_{ij}^2 = 0$, зводячи тим самим до нуля

величину $2(\lambda_{\max} - n)/(n - 1)$.

При $|\delta_{ij}| < 1$, апроксимація будь-якого a_{ij} величиною w_i/w_j наближає нас до узгодженості.

Теорема 2.9. Якщо додатна матриця A узгоджена, то кожний її рядок є додатним кратним будь-якого одного рядка.

Тому узгоджена матриця при $a_{ii} = 1$ прийме наступний загальний вигляд:

$$\begin{bmatrix} a_{i1}/a_{i1} & a_{i2}/a_{i1} & \square & a_{in}/a_{i1} \\ a_{i1}/a_{i2} & a_{i2}/a_{i2} & \square & a_{in}/a_{i2} \\ \square & \square & \square & \square \\ a_{i1}/a_{ij} & \square & \square & a_{in}/a_{ij} \\ \square & \square & \square & \square \\ a_{i1}/a_{in} & a_{i2}/a_{in} & \square & a_{in}/a_{in} \end{bmatrix}.$$

Так як матриця $A = (w_i/w_j)$ має вигляд транспонованої матриці по відношенню до даної, то вона узгоджена.

Теорема 2.10. Якщо A - додатна та узгоджена матриця, тоді $a_{ij} = 1/a_{ji}$ і $a_{ii} = 1$.

Теорема 2.11. Додатна матриця A узгоджена тоді і тільки тоді, коли вона має одиничний ранг та елементи на головній діагоналі дорівнюють одиниці.

Розглянемо ілюстрацію поняття узгодженості на мові теорії графів.

Відомо, що дерево з n вершинами, яке перекривається, має $n - 1$ ребер. Воно є зв'язаним графом, який включає всі вершини та не має контурів. Тому існує єдиний шлях між будь-якою парою вершин.

Теорема 2.12. Необхідною і достатньою умовою існування єдиної додатної узгодженої матриці є те, що об'єкти (як вершини) та судження (як дуги) формують дерево, що перекривається.

Використовуючи властивість оберненої симетричності $a_{ij} = 1/a_{ji}$, з рівності $a_{ij}a_{jk} = a_{ik}$ маємо $a_{ij}a_{jk}a_{ki} = 1$. Тому узгодженість для обернено симетричної матриці означає, що всі контури довжини три мають одиничну інтенсивність.

Теорема 2.13. Якщо A - узгоджена матриця, то $A^k = n^{k-1}A$.

Теорема 2.14. Будь-який стовпчик матриці $A = (w_i / w_j)$ є розв'язком задачі про власне значення $Aw = nw$, $w = (w_1, w_2, \dots, w_n)^T$.

Теорема 2.15. (Про монотонність). Нехай $A = (a_{ij})$ - додатна узгоджена матриця з головним власним вектором $w = (w_1, \dots, w_n)^T$.

Замінімо один елемент a_{xy} на $a_{xy} + \varepsilon > 0$, $\varepsilon > 0$ та, використовуючи

рядок x , побудуємо нову узгоджену матрицю $A^* = (a_{ij}^*)$. Нехай

$w^* = (w_1^*, \dots, w_n^*)^T$ - головний власний вектор матриці A^* . Тоді $w_x^* > w_x$.

Теорема 2.16. Якщо A - додатна узгоджена матриця і A' отримана з A викресленням i -го рядка та i -го стовпчика, то A' - узгоджена та її відповідний власний вектор отримується з A , якщо покласти $w_i = 0$ та нормалізувати компоненти.

2.5 Реакція на збурення та фундаментальна шкала

Для того, щоб відчувати предмети в просторі, мозок людини мініатюризує їх в межах своєї системи нейронів, тому існує пропорційний взаємозв'язок між тим, що ми відчуваємо і тим, що існує в оточуючому просторі. Без пропорційності людина не може координувати думки зі своїми діями з точністю, необхідною для контролю навколишнього світу. Пропорційність по відношенню до окремого впливу потребує, щоб реакція на пропорційно збільшений чи послаблений вплив була пропорційна відгуку на вихідне значення цього впливу. Якщо $w(s)$ - реакція на вплив s , то попереднє твердження може бути записане

у вигляді функціонального рівняння $w(as) = bw(s)$. Це рівняння також може бути отримане як необхідна умова розв'язку рівняння Фредгольма

2-го роду $\int_a^b K(s,t)w(t)dt = \lambda_{\max} w(s)$, яке є узагальненням на неперервний

випадок дискретної задачі отримання пріоритетів $Aw = \lambda_{\max} w$ [4].

В неперервному випадку замість додатної обернено симетричної матриці маємо додатне ядро $K(s,t) > 0$ з властивостями $K(s,t)K(t,s) = 1$

та $K(s,t)K(t,u) = K(s,u)$ для всіх s, t, u (узгодженість). Розв'язком цього функціонального рівняння в області дійсних чисел є

$$w(s) = Ce^{\log b \log s / \log a} P(\log s / \log a),$$

де P - періодична функція з періодом 1 і $P(0)=1$. Одним з найпростіших прикладів є $P(u) = \cos(u/2B)$, $u = \log s / \log a$.

Логарифмічний закон реакції на вплив можна отримати внаслідок апроксимації даного розв'язку шляхом розкладу в ряд функцій експоненти та косинусу:

$$v(u) = C_1 e^{-\beta u} P(u) \approx C_2 \log s + C_3$$

$$\beta = -\log ab, \quad \beta > 0.$$

Це закон Вебера-Фехнера (Weber-Fechner) логарифмічної реакції $M = a \log s + b$, $a \neq 0$ на вплив s . Він був емпірично встановлений та перевірений в 1860 році Густавом Теодором Фехнером, який використав закон про розпізнавання двох близьких (сусідніх) значень впливів, сформульований Ернестом Генріхом Вебером. Отже, закон Вебера-Фехнера можна отримати з функціонального рівняння реакції на вплив.

Цілочисельна шкала, яка використовується для оцінювання парних порівнянь, будується наступним чином. Для даного впливу величина реакції залишається постійною поки цей вплив не зросте до достатньо

великого значення в порівнянні із значенням впливу. При такому підході зберігається пропорційність відносно зростання при впливі так, щоб його можна було визначити для нової реакції. Тому, якщо s_0 - початковий вплив, то величини наступних впливів мають вигляд:

$$s_1 = s_0 + \Delta s_0 = s_0 + \frac{\Delta s_0}{s_0} s_0 = s_0(1 + r)$$

$$s_2 = s_1 + \Delta s_1 = s_1(1 + r) = s_0(1 + r)^2 \equiv s_0 \alpha^2$$

$$s_n = s_{n-1} \alpha = s_0 \alpha^n \quad (n = 0, 1, 2, \dots).$$

Припустимо, що реакції на ці впливи вимірюються у шкалі відношень, тобто у виразі $M = a \log s + b$ значення $b = 0$. Типова реакція має вигляд $M_i = \alpha \log \alpha^i$, $i = 1, \dots, n$, а послідовність таких реакцій:

$$M_1 = \alpha \log \alpha, \quad M_2 = 2\alpha \log \alpha, \dots, \quad M_n = n\alpha \log \alpha.$$

Розглянемо відношення M_i / M_1 , $i = 1, \dots, n$ цих реакцій. Перша реакція є найменшою та служить одиницею порівняння. Людина здатна розрізняти високу, середню та низьку інтенсивності на одному рівні і для кожного з цих значень на другому, більш низькому рівні, також розрізняти високу, середню та низьку інтенсивності. В результаті отримуємо дев'ять категорій. Назначимо мінімальне значення 1 парі (низький, низький) та найбільше значення 9 парі (високий, високий), і покриємо таким чином весь діапазон можливостей на двох рівнях. Значення 9 надається найвищому рівню парної переваги, тобто при порівнянні найбільшого значення з найменшим.

Якщо б ми мали точне значення, виміряне приладом, і захотіли використати його для оцінки, то немає потреби проводити його апроксимацію. Але у випадку, коли точне значення певної характеристики невідоме, а необхідно визначити ваги w_i і w_j двох об'єктів, то замість того, щоб безпосередньо назначати в якості ваг певні числа, а потім формувати відношення w_i / w_j , пропонується назначити одне число з *фундаментальної шкали* (табл.1.1) для представлення відношення $(w_i / w_j) / 1$. Це є найближчою цілочисельною апроксимацією відношення w_i / w_j . Фундаментальна шкала необхідна для чисельного вираження відносного взаємозв'язку переваги.

Як відмічалось раніше, людина неспроможна робити точні порівняння об'єктів, які значно відрізняються між собою. Безпосередньо людина не може достатньо надійно порівняти дуже маленький та дуже великий об'єкти. Однак, людина може зробити це поетапно, порівнюючи відносно близькі об'єкти та поступово збільшуючи їх розмір до тих пір, поки не досягнемо потрібного об'єкту великого розміру. При цьому проводиться порівняння декількох близьких чи однорідних об'єктів за допомогою описаної вище фундаментальної шкали відносних величин 1-9, потім знову проводиться парне порівняння більших об'єктів наступного набору. Щоб отримати шкалу для другої множини вона має включати найбільший об'єкт з попереднього набору. Всі значення оцінок для другої множини діляться на значення спільного об'єкту, потім всі результуючі значення множаться на вагу загального елементу в першій множині. Таким чином дві множини стають порівняними в одній і тій самій шкалі.

Аналогічно проводяться розрахунки для третього набору об'єктів, використовуючи спільний елемент з другої множини.[29][30][31][32]

2.6 Етапи МАІ

Метод заснований на декомпозиції задачі і представленні її у вигляді ієрархічної структури. Це дозволяє включити в ієрархію все знання по розв'язуваній проблемі. В результаті рішення визначається чисельно виражена відносна ступінь взаємодії елементів в ієрархії.

Рішення проблеми за допомогою МАІ виконується поетапно. Розглянемо алгоритм розв'язання задачі вибору.

Перший етап передбачає подання задачі у вигляді ієрархії. У найпростішому випадку ієрархія будується починаючи з мети, яка розташовується в корені ієрархії, через проміжні рівні, на яких розміщуються критерії і від яких залежать наступні рівні, до найнижчого рівня, який містить перелік альтернатив.

Нехай M — головна мета, що виражається у вигляді твердження. Наприклад, для проблеми вибору найкращого проекту лінії метрополітену в місті Києві мета може бути сформована як «Покращення показників життя мешканців міста Києва».

В найбільш простих практичних прикладах рішень, поставленій меті відповідає злічена скінчена множина альтернатив $A_i, i \in \{1, \dots, n\}$, де $n > 1$.

Альтернативи можуть оцінюватись відносно кінцевої мети, але цей простий приклад є дуже неефективним у випадку, коли мета задачі

залежить від великої кількості суперечливих факторів, а інформація про переваги однієї альтернативи над іншою різномірна, неструктурована.

Для цього потрібне проведення роботи з аналізу проблеми та виділенні критеріїв, щодо яких можуть бути оцінені альтернативи. Кожна альтернатива може бути оцінена за критеріями, а критерії незалежно можуть бути оцінені за їх вагомістю в рамках розв'язання задачі.

Ієрархія виникає, коли важливість одних критеріїв залежить від важливості інших. Таким чином, одні критерії можуть бути оцінені за іншими, так само як альтернативи за критеріями.

Тоді $L_i, i \in \{1, \dots, m\}$ – множина рівнів ієрархії критеріїв, де $m \geq 0$ — множина рівнів критеріїв. Якщо $m = 0$, то дана задача відноситься до випадку прямого оцінювання впливу альтернатив на головну мету, без критеріїв (рисунок. 2.1).

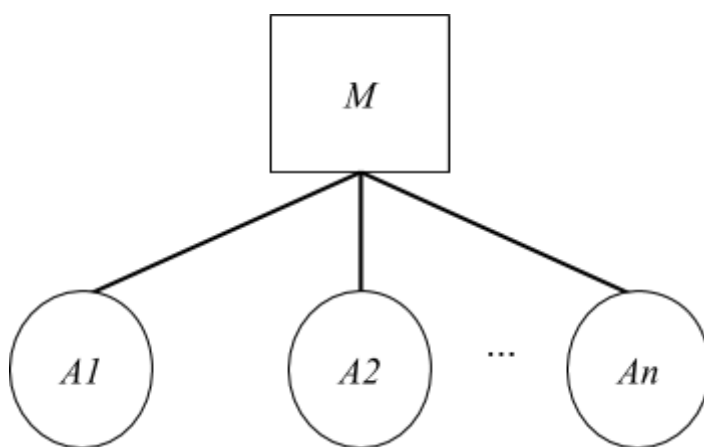


Рисунок 2.1

Кожен рівень ієрархії складається з множини критеріїв: $L_i = \{C_{i1}, \dots, C_{il(i)}\}$, де $l(i)$ – кількість критеріїв оцінювання на i – му рівні, $l(i) > 1$. Якщо $l = 1$, в даній задачі існує множина незалежних критеріїв. За кожним таким критерієм рівнозначно порівнюються альтернативи $A_i, i \in \{1, \dots, n\}$, і всі критерії порівнюються між собою на предмет відповідності головній меті (рисунок. 2.2).

Якщо $l > 1$, критерії утворюють кілька рівнів під основною метою. Кожен наступний рівень вниз від кореня ієрархії отримує оцінки вкладу своїх критеріїв в кожен з вершин рівня вище, так само, як критерії вищого рівня отримують оцінки вкладу в основну мету (рисунок 2.3).

Після побудови ієрархічної структури настає другий етап МАІ. На черговому етапі необхідно встановити пріоритети критеріїв і оцінити кожен альтернативу за критеріями для вибору з них найбільш важливої. В цьому етапі, за відсутності точних даних, запрошуються експерти.

У МАІ елементи порівнюються попарно по відношенню до їх впливу на загальну для них характеристику. Для отримання позитивних результатів в порівняннях необхідно вміти:

- знаходити відповідну чисельну шкалу порівнянь;
- визначати ступінь неузгодженості наших суджень.

Головна вимога до шкали порівнянь - шкала повинна бути простою і природною. Шкала Т. Сааті побудована на основі об'єктивно діючого психофізичного закону Вебера-Фехнера і містить числа від 1 до 9.

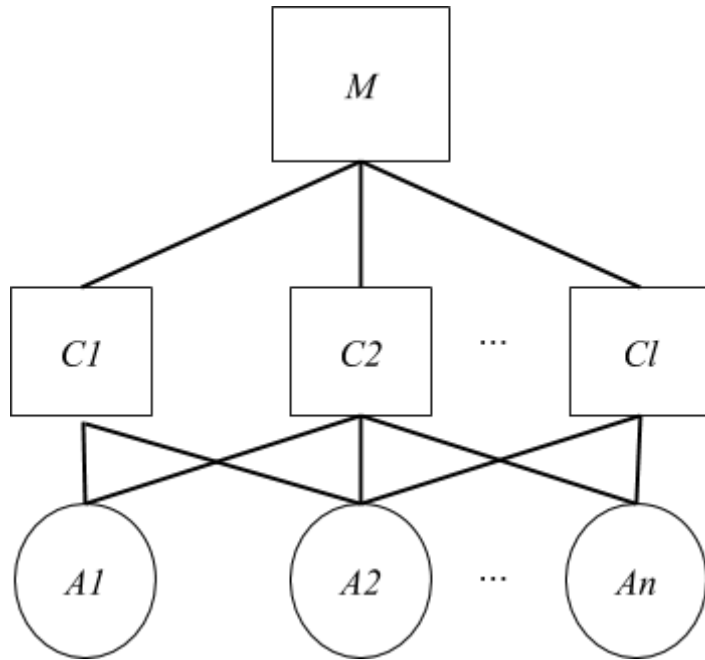


Рисунок 2.2

Для кожного вузла побудованих ієрархій, розв'язується наступна задача. Позначимо як C або головну мету M , або один із критеріїв, тобто, вершину, що в отриманих графах має елементи нижчого рівня. $C \in \{M, C_{11}, C_{12}, \dots, C_{1l(1)}, \dots, C_{m1}, \dots, C_{ml(m)}\}$.

Нехай k — індекс рівня ієрархії даної вершини, $k \in \{1, \dots, m\}$. У випадку, коли $C = M$, покладемо $k = 0$. Тоді дочірніми вершинами для C буде множина вершин $\{C_{(k+1)1}, \dots, C_{(k+1)l(k+1)}\}$, якщо $k < m$, і $\{A_1, \dots, A_n\}$, якщо $k = m$.

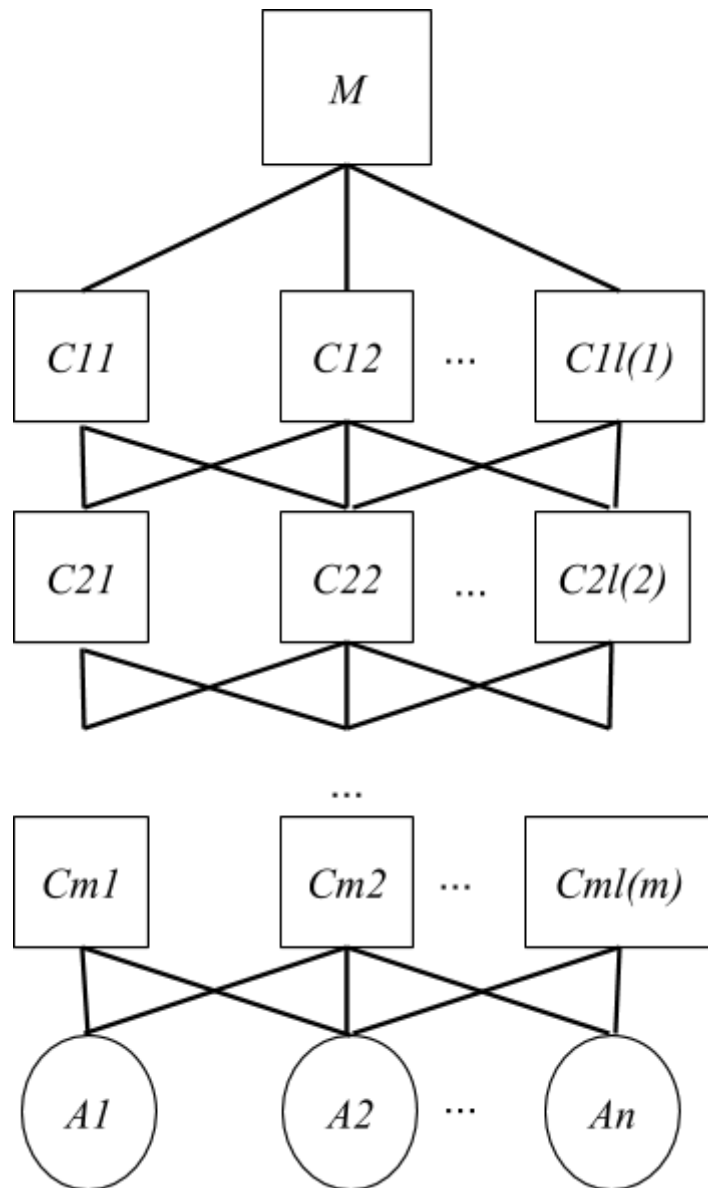


Рисунок 2.3

Для кожної вершини C розраховуються ваги альтернатив $\{C_{(k+1)1}, \dots, C_{(k+1)l(k+1)}\}$ відносно критерію C . Для цього використовується так званий метод парних порівнянь.

Висновки

Метод аналізу ієрархій — це популярний математичний алгоритм прийняття рішень. Найбільш характерними його особливостями є:

- Забезпечення ОНР гнучкою масштабованою технікою, що дозволяє вдало розв’язувати масштабні, погано формалізовані задачі, в умовах обмеженості знань, розрізненості структур даних, в яких представлена інформація про можливі альтернативи;
- Використання в ключовій ролі досвіду експертів, спеціалістів даної предметної області, для пошуку відповідей. Можливість співставлення в порівнюваних цифрових показниках явищ різної природи, на основі оцінок різних груп людей;
- Простота підходу та значне позбавлення від помилок суб’єктивного представлення про проблему завдяки контролю узгодженості оцінок та завдяки можливості групі ОНР вести постійну дискусію, динамічно змінювати та порівнювати ієрархії тощо.

Метод аналізу ієрархій підходить для проведення внутрішнього бенчмаркінгу підприємства, так само як і зовнішнього. Він дозволяє побудувати та дослідити для кожної індивідуальної задачі власну структуру з критеріїв та, динамічно її змінюючи, прийти до висновку про необхідні зміни в рамках даного підприємства.

3 БЕНЧМАРКІНГ ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ

3.1 Класифікація та основні принципи роботи аутсорсингових ІТ-компаній

Тут і надалі введемо наступні визначення:

- Спринт (Sprint) — в деяких методологіях розробки програмного забезпечення, заснованих на принципах Agile (наприклад, Scrum) — інтервал часу, як правило, від 1 тижня до 2 місяців, за який команда розробників реалізовує частину нових функцій від початку до стану готовності до користування ними в повній мірі.
- Веб-сайт — комплекс з апаратного устаткування, СКБД, програм-серверів, що працює за клієнт-серверною архітектурою на основі протоколу HTTP
- Front end (development) — загалом, означає умовну частину системи, яка доступна для взаємодії звичайному користувачу. В контексті високорівневої розробки програмного забезпечення, означає програмування частини веб-сайтів, яка виконується на стороні клієнта в веб-браузері, за допомогою мов розмітки HTML, стилізації CSS, програмування Javascript, обміну даними JSON, XML, Websocket.
- Back end (development) — загалом, означає умовну частину системи, яка не доступна користувачу для взаємодії напряму. В контексті розробки програмного забезпечення на замовлення — програмування частини веб-сайтів, мобільних додатків або частин складних програмно-апаратних комплексів, з метою створення сервера — програми на мові C++, PHP, C#, Python, Ruby, Go, Haskell,

Javascript, що спроможна взаємодіяти через програмний інтерфейс (API — Application Program Interface).

Роботою працівників аутсорсингової ІТ-компанії є вдоволення потреб замовника. Прикладами таких потреб можуть бути інтеграція прогнозу погоди в корпоративний сайт, розробка нового мобільного додатку для операційних систем Android та iOS, систем планування ресурсів підприємств (ERP - Enterprise Resource Planning), розробка інтегрованої системи програмних продуктів для керування та контролю всіх стадій виробництва на індустріальному підприємстві, тощо. Загалом, задачі зовсім різної складності та для усіх можливих технологічних платформ.

На момент написання існують наступні найбільш поширені галузі розробки:

- Веб-розробка - найпопулярніша і найменш структурована сфера знань із завданнями різних масштабів та різної кваліфікації.
 - Нескладні веб-сайти — корпоративні сайти, блоги, інтернет-магазини. Характерна ознака - вузьке коло функцій, що повторюються в більшості проектів.
 - Складні веб-сайти — веб-додатки. Спеціалізовані сервіси з довільною функціональністю, як-от сервіси з розміщення оголошень, соціальні мережі тощо.
- Додатки для мобільних пристроїв — передбачає роботу із популярними системами Android та iOS, використання стандартизованих підходів цих систем для реалізації будь-яких функцій, та як наслідок, швидке виконання замовлення за рахунок роботи на високому рівні абстракції.

- Програмування апаратної частини обчислювальних машин - комп'ютерна графіка, додатки для ПК, розробка операційних систем, спеціалізованих програм для використання на рівнях функціонування техніки, нижчих за операційну систему, тощо
- Програмування мікроконтролерів, нестандартних апаратних пристроїв (наприклад, мультимедійні пристрої в автомобілях), т.н. Internet of Things тощо.
- Комплексні рішення — інтегровані системи, що поєднують задачі усіх галузей.

Кожна платформа потребує опанування розробником професійних навичок. По-перше, він має володіти одною чи кількома мовами програмування, що використовується в даній платформі. А також, обов'язково — мати загальну ерудицію в питаннях методик розробки, корисних бібліотек, критеріях якості продукту, роботи з базами даних, інструментами для компіляції коду, перевірки коду на відповідність стандартам тощо. Ці знання специфічні для кожної платформи. Крім того, для такого роду діяльності чи не найбільш актуальним є питання підвищення кваліфікації. Зміни в стандартах, методиках розробки, критеріях якості, стаються регулярно, чи не щомісячно, за рахунок використання open-source бібліотек, налагоджених спільнот розробників, що займаються впровадженням та стандартизацією, та загальної світової тенденції до постійного лавиноподібного зростання числа людей, зайнятих розробкою тих чи інших програмних продуктів.

Умовно кажучи, розробник перед початком роботи над завданням змушений бути в курсі того, як найбільш оптимально розв'язується поставлена перед ним задача станом на той самий день, коли вона була поставлена, навіть якщо він вже мав досвід роботи із даною технологією.

Інакше, він змушений витратити робочий час для підвищення кваліфікації з кожною новою технологією.

Всередині кожної галузі існує свій, більш детальний, дуже мінливий розподіл. Для нас важливе лише те, що з точки зору підприємства є доцільним розподіл на спеціалістів різних технологій. Таким чином воно може дещо економити робочий час, необхідний на ознайомлення із новою інформацією, підвищувати якість та складність виконуваних замовлень.

Крім того, робота із кодом однієї й тієї ж технології, скажімо, Android, на мові Java, уможлиблює написання корпоративних модулів, бібліотек, та повторного їх використання.

На виконання замовлення компанія потребує виділення робочого часу одного чи більше розробників з однієї галузі розробки. При цьому, як правило, задіюється кілька технологій.

Наведені особливості є природними та неминучими за сьогоднішніх обставин у будь-якому підприємстві без винятку. В більшій мірі, подальші деталі є різними.

Серед основних відмінностей в організації роботи можна перерахувати наступні:

- організація взаємодії із замовниками та порядок виконання робіт;
- організація взаємодії між розробниками.

За способами організації взаємодії з замовниками найбільш поширеними методиками є:

- Scrum — широко розповсюджена в компаніях усього світу ітеративна методика, знана за її гнучкість та ефективність незалежно

від складності замовлення. В основі Scrum лежать малі (3-7 осіб) крос-функціональні команди спеціалістів, здатні вирішити будь-яку задачу, володіючи кожен своєю сферою компетенції та поступове, ітеративне виконання замовлення шляхом відбору разом з клієнтом частини функцій і негайного втілення цих функцій на кожній ітерації.

- Kanban
- Waterfall

Загально поширеними ролями всередині команд є:

- дизайнер-проектувальник інтерфейсів;
- розробник клієнтської частини;
- розробник серверної частини;
- розробник мобільного додатку;
- тестувальник;
- менеджер проекту.

Отже, питання розподілу на команди, як і виділення критеріїв, є складним та неоднозначним. Визначення бізнес-процесів компанії містить багато змінних, що впливають на те, які критерії можна застосувати для оцінки її роботи. За цих умов, найпростішим варіантом є дослідження найбільш поширених та популярних моделей бізнес-процесів, в тій кількості, в якій це можливо в рамках даної роботи.

3.2 Бенчмаркінг Scrum-команд

Цілком зрозумілим є бенчмаркінг Scrum-команд всередині підприємства. Пропонується проведення внутрішнього бенчмаркінгу

довільного ІТ-аутсорсинг-підприємства шляхом розділення розробників на команди, виділення цілей та ключових критеріїв успіху команд, та їх співставлення на основі цих критеріїв за допомогою МАІ.

Співставлення однотипних команд, кожна з яких включає спеціалістів різних ролей, але загалом здатна безпосередньо вирішити задачу, поставлену перед нею, породжує цілий ряд критеріїв для порівняння.

Альтернативи-команди позначатимемо через **T1, T2, T3**.

V — Velocity

Найголовніший критерій, за яким виникає можливість можливість порівнювати команди — це обсяг безпосередньо виконаної корисної роботи для замовника.

Значення Velocity є об'єктивним та засновується на безпосередньому досвіді всіх членів команди. Процес зважування забезпечується слідуванням методики Scrum [14, 15].

За результатами останніх спринтів S1-S8 отримано наступні значення V для команд (Таблиця 3.1).

Таблиця 3.1 — Velocity команд впродовж восьми ітерацій

	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
T1	19	20	16	18	18	15	15	15
T2	9	14	14	16	13	9	17	18
T3	12	6	11	11	10	8	14	8

Для цієї метрики відсутня необхідність побудови матриці парних порівнянь, оскільки ми володіємо чіткою інформацією про ваги кожної альтернативи, що показано на таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 — Значення вагів команд за критерієм Velocity

	SR	w(S)
T1	17	0,4171779141
T2	13,75	0,3374233129
T3	10	0,245398773

Q — Загальний рівень кваліфікованості команди

Цю оцінку надають найбільш досвідчені розробники. Матрицю парних порівнянь може заповнювати технічний керівник компанії, або він з допомогою старших програмістів кожної команди. Слідуючи методиці Томаса Сааті, оцінку вони можуть надати шляхом дебатів, поступового узгодження своїх суджень.

Перший спосіб — оцінювання того, наскільки ціла команда в сукупності схильна до застосування нових, передових бібліотек та методик, наскільки активно вона відвідує професійні тематичні заходи, конференції тощо (Таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 — Значення вагів команд за критерієм Qualification

	T1	T2	T3
T1	1	1	3
T2	1	1	3
T3	1/3	1/3	1

Цей спосіб доцільно використовувати для порівняння команд, в які входять непорівнювані спеціалісти. Наприклад, якщо перша з команд займається розробкою модуля для виведення в фокус камери сцен доповненої реальності та складається з одного C++ розробника, двох фахівців з машинного навчання, по одному iOS та Android-розробнику. А друга — займається створенням веб-сайту для рекламної кампанії цієї технології — з PHP-розробника, JavaScript-розробника та дизайнера інтерфейсів. Не існує відповідності між спеціалістами, і ми не можемо порівнювати сучасність їхніх навичок напряду.

Другий спосіб — якщо команди мають однаковий склад з N спеціалістів, причому всередині кожної команди ролі однакові. Тоді для отримання тих самих вагів команд формується однорівнева ієрархія (Рисунок 3.1).

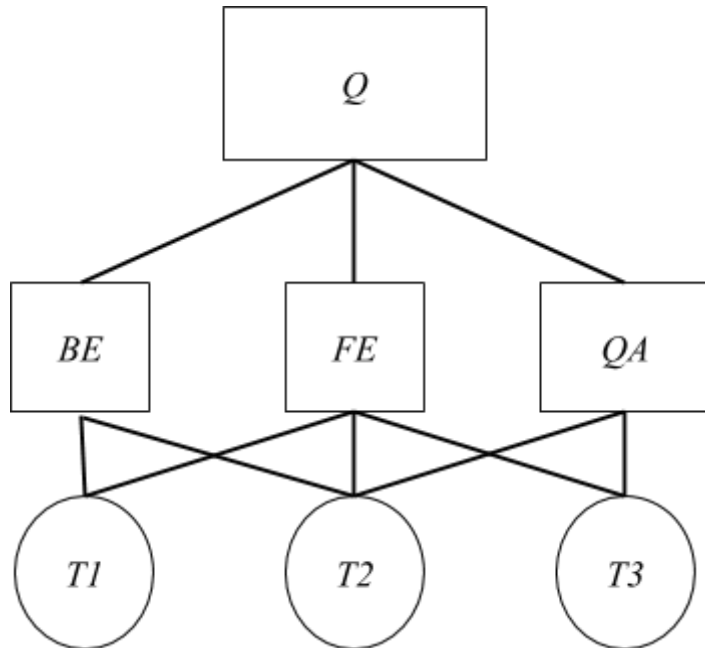


Рисунок 3.1

Розглянемо запропоновану ієрархію уважніше. Припустимо, команди займаються розробкою веб-сайтів, та містять три ролі: BE (Back End Developer) — серверний програміст, FE (Front End Developer) — програміст браузерної частини, Quality Assurance — тестувальник. Доступним стає окреме порівняння кваліфікованості представників кожної з ролей команд між собою. Тут ролі відіграють ролі критеріїв, а головна ціль — кваліфікованість команди — залежить також від попарних оцінок значущості кожної з ролей.

S — Стабільність складу команди

В умовах роботи компанії неодмінно постає необхідність в оцінювання за метрикою, за якою команди співставляються за стабільністю кадрового складу. Оскільки навіть найбільш кваліфікованому та швидко працюючому програмісту необхідний час після початку роботи з командою для того, щоб пристосуватись до використовуваних бібліотек та прийомів роботи в команді, які максимізують реальну користь роботи команди для замовника (Таблиця 3.4).

Таблиця 3.4 — Значення вагів команд за критерієм Stability

	T1	T2	T3
T1	1	1/2	1/2
T2	2	1	1
T3	2	1	1

M — Актуальність та сучасність використовуваних командою бібліотек, інструментів та підходів.

Наприклад, початок розробки веб-сайтів, на основі застарілих, маловідомих та рідко оновлюваних CMS, веде до загального ускладнення

розробки будь-яких його функцій. Матриця парних порівнянь зображена в табл. 3.5.

Яким є вклад цих критеріїв у загальну вагу команд? Це питання вирішується експериментально. Роль експерта в цій задачі покладається на менеджера проекту, та в тій чи іншій мірі всіх співробітників компанії, залежно від їх досвіду. Парні порівняння ваг цих критеріїв можуть змінюватись залежно від політики та стратегії компанії.

Таблиця 3.5 — Значення вагів команд за критерієм Modernity

	T1	T2	T3
T1	1	3	1/3
T2	1/3	1	1
T3	3	1	1

Цілком реалістичною є диференціація компаній, серед них можна виділити декілька груп.

Стратегія А. Для більшості компаній найбільшу вагу має Velocity, а вага решти критеріїв розраховується з позицій економічної виправданості. Такі компанії виконують максимальну кількість схожих замовлень, з великою ступінню подібності. Цю стратегію можна характеризувати як отримання прибутку тут і зараз. Наведені приблизні експертні оцінки в таблиці 3.6. Для простоти та для більш наочної демонстрації стратегії, покладено Q та M еквівалентної ваги, S — найменш пріоритетним, V — найбільш пріоритетним.

Таблиця 3.6

	V	Q	S	M
--	---	---	---	---

V	1	2	5	2
Q	1/2	1	5/2	1
S	1/5	2/5	1	2/5
M	1/2	1	5/2	1

На основі методу власного вектору отримуємо ваги $V=0.45$, $Q=0.23$, $S=0.09$, $M=0.23$ (Рисунок 3.2)

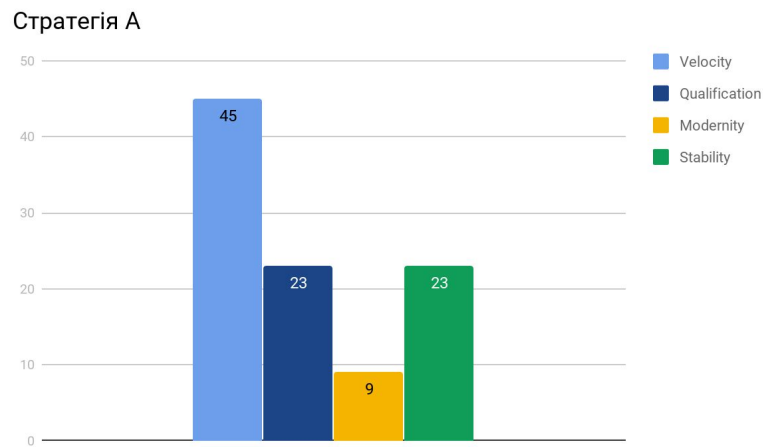


Рисунок 3.2

Припустимо, компанія дотримується стратегії А. Як правило, її спеціалісти створюють корпоративні бібліотеки коду, направлені на вирішення вузькоспеціалізованих задач, які використовуються в усіх проектах. Прикладом такої компанії може бути німецька продуктова компанія-розробник комп'ютерних ігор TML Studios, відома серією ігор-симуляторів міського середовища (симулятори машиніста метрополітену, симулятори водія автобуса тощо). Ядро кожного продукту використовує спільні програмні компоненти — рендеринг тривимірних об'єктів, симуляція дорожнього трафіку, анімація поведінки персонажів.

Це дозволяє з мінімальними зусиллями розробляти нові тривимірні моделі, сюжетні лінії для ігор, та з деякими іншими модифікаціями отримувати новий продукт.

Іншим прикладом можуть бути компанії, що займаються розробкою інтернет-магазинів. Кожен проект починається з готового рішення — працюючої CMS (Content Management System — системи керування контентом). Вона без додаткових затрат робочого часу передбачає можливість реєстрації персоналу магазину та реєстрації покупців, розміщення товарів, налаштування способу доставки та оплати. Кожна така функція реалізовується як модуль і може бути використана повторно. Такий підхід дуже легкий та зрозумілий, навіть за відсутності співробітників високої кваліфікації, що мають кваліфікацію в архітектурі програмного забезпечення.

Таким чином, в стратегії А компанії завжди розв'язують подібні задачі замовників, водночас роблять це максимально економічно виправдано та раціонально.

Стратегія В. Бюджет проектів, які компанія отримує під виконання, поступово зростає відносно попередніх проектів у її портфолію. Швидкість цього зростання, серед багатьох інших передбачуваних та стохастичних факторів, залежить від:

- рекомендацій замовників та портфолію проектів;
- наявності розробників високого професійного рівня.

При слідуванні стратегії А, портфолію компанії стримане схожими нішевими проектами, замовники яких, звісно, можуть дати рекомендації. Однак значного розвитку компанія отримати не може. Вона навряд чи отримає замовлення на розробку складних соціальних мереж, коли вона

попередньо розробляла інтернет-магазини. Хіба що, вона може розробити найбільший інтернет-магазин.

Якщо компанія має намір отримання замовлень, де необхідне використання технологій, з якими вона не зустрічалась, швидкість роботи працівників стає менш суттєвою компонентою оцінювання команди порівняно з Qualification та Modernity. Stability, для простоти, покладений експертами однієї ваги з Velocity (Таблиця 3.7).

Таблиця 3.7

	V	Q	S	M
V	1	1/2	1	1/3
Q	2	1	2	2/3
S	1	1/2	1	1/3
M	3	3/2	3	1

Отримані ваги критеріїв $V=0.14$, $Q=0.28$, $S=0.14$, $M=0.43$ показано на (Рисунок 3.3).

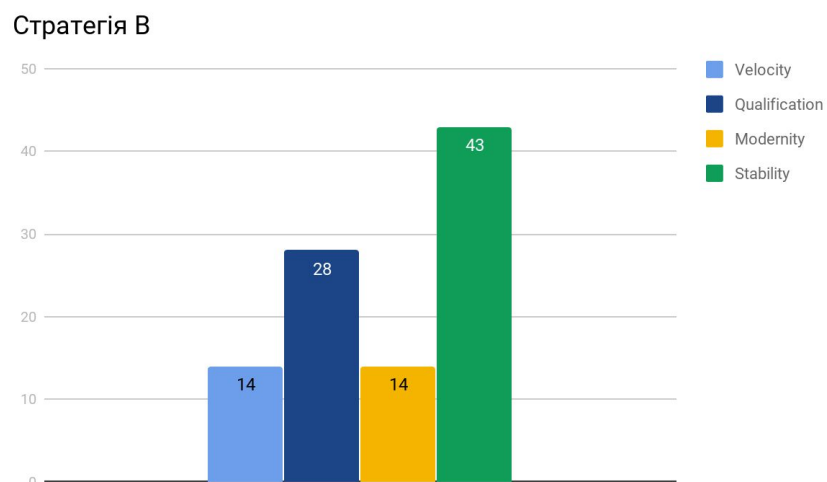


Рисунок 3.3

Якщо всі команди в компанії недостатньо вдовольняють Q та M , раціонально єдиним шляхом для компанії, що бажає слідувати цій стратегії, є найм нових високо кваліфікованих співробітників. Таким чином, на початку своєї діяльності стратегія A є найбільш привабливою для отримання капіталу, після в керуванні компанією стає доступною стратегія B . Балансування між ними становить керування компанією.

Стратегія C . Однак, значна зміна в складі найбільш кваліфікованих працівників, становить для компанії труднощі іншого характеру. При безперервній роботі з програмним кодом, схожим набором бібліотек коду, одними й тими ж самими спеціалістами, вони не витрачають додатковий час на дослідження та вироблення своїх практик — вибір архітектури та технологій для виконання замовлення, вибір або написання бібліотек коду, вироблення власних методик із тестування та написання супровідної документації до коду тощо. Таким чином, тривалість та вартість реалізації одних і тих самих функцій збільшується, порівняно з компанією, які не схильні до масового найму висококваліфікованих працівників. Тому стратегія C — можливий компромісний варіант між стратегіями A та B (Таблиця 3.8).

Таблиця 3.8

	V	Q	S	M
V	1	1/6	1/2	1/6
Q	6	1	3	1
S	2	1/3	1	1/3
M	6	1	3	1

Ваги критеріїв наступні: $V=0.069$, $Q=0.208$, $S=0.51$, $M=0.208$
(Рисунок 3.4)

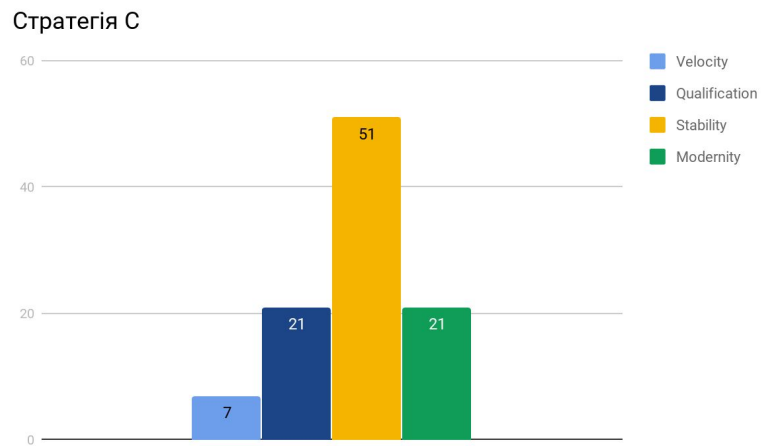


Рисунок 3.4

Ця стратегія — найменш орієнтована на отримання миттєвої вигоди, однак він найбільш сприятливий з точки зору працівників варіант. Він дозволяє заручитися суттєвою підтримкою та додатковою мотивацією колективу.

Таким чином, на основі проведеного аналізу критеріїв, які забезпечують бенчмаркінг SCRUM-команд в компанії, отримуємо дві ієрархії різного рівня деталізації, в залежності від того, чи є еквівалентними рольові склади команд (Рисунок 3.5—3.6)

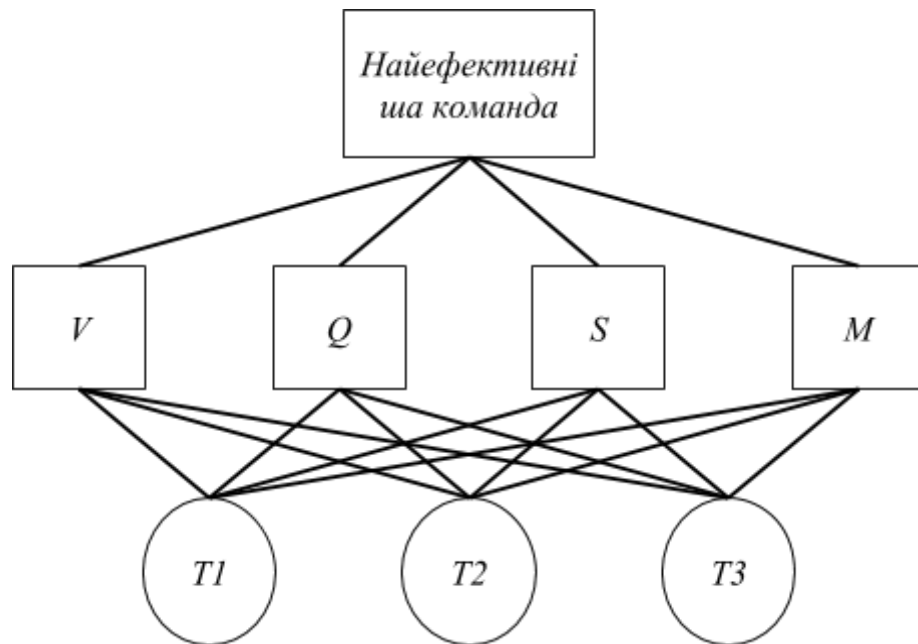


Рисунок 3.5 — Ієрархія для оцінювання команд різного складу

При використанні цих ієрархій використовується звичайний алгоритм роботи МАІ. Причому якщо зваження самих альтернатив-команд в такій системі критеріїв максимально однозначне та детальне, то для ваг критеріїв продемонстровані три різні наочні стратегії, що показують можливість зміни, перегляду курсу в керуванні компанією залежно від зовнішніх обставин.

Таким чином, в рамках підприємства впроваджується внутрішній бенчмаркінг бізнес-процесів, з неперервним покращенням на основі гнучкої системи оцінювання.

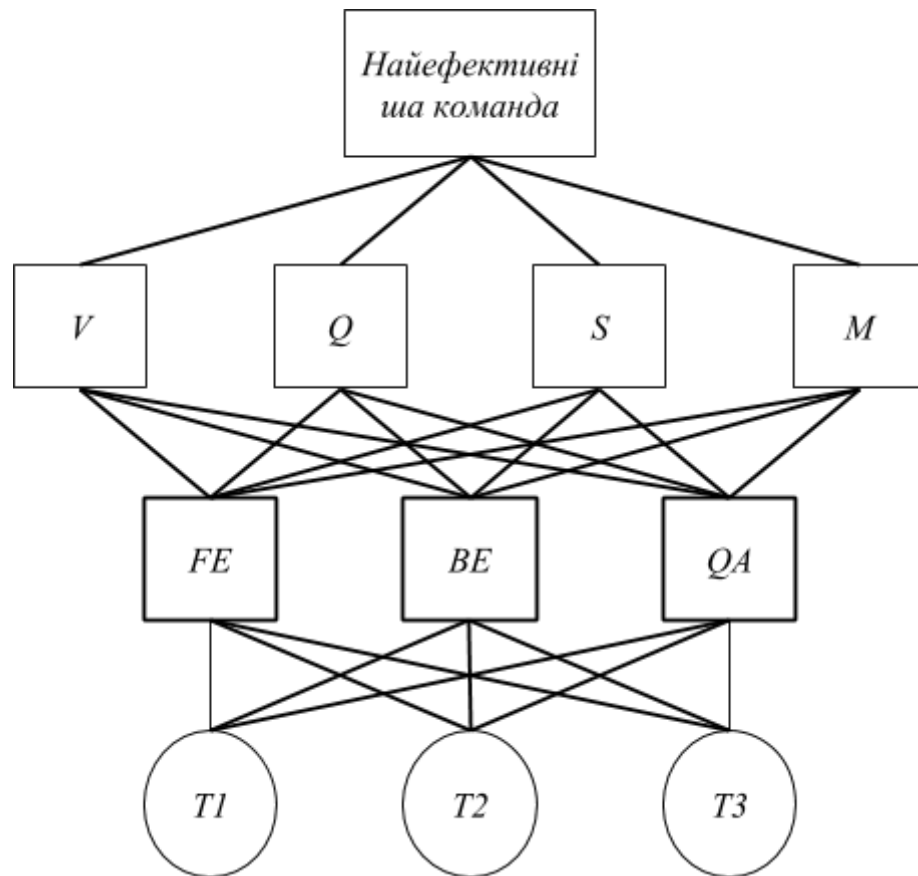


Рисунок 3.6 — Ієрархія для оцінювання команд відомого складу — Front end developer, Back end developer, Quality assurance engineer.

3.3 Застосування МАІ для пріоритизації портфоліо проектів компанії

Дані про компанії взято з найвідомішого на момент написання роботи ресурсу dou.ua[11]. Однак, взагалі кажучи, доступні для загального доступу дані про компанії обмежуються зазвичай числом співробітників і, можливо, деякими відомими замовниками в назвах вакансій, і не існує таких джерел, які дозволять об'єктивно точно презентувати замовників усіх компаній. Очевидно, що чи не кожне замовлення втяємничує від загального доступу ту чи іншу частину, або весь проект. Будемо розрізняти два види ІТ-аутсорсингових компаній за їх розміром.

Малі компанії — типовими ознаками яких є обсяг працівників порядку 20-50 осіб, досвід діяльності переважно менше 8 років.

Середні та великі компанії - решта.

Різниця між представниками цих двох умовних класів полягає в тому, що великі проекти, в яких більша роль відводиться внутрішньому управлінню, отримують під виконання тільки великі компанії, які володіють достатньою кількістю спеціалістів. Нові компанії не можуть мати чисельний технічний кістяк з досвічених програмістів в короткий час від їх формування. Отже, таким чином, переважна стратегія розвитку, якою користуються малі аутсорсингові компанії - це поступове, планомірне підвищення складності та рівня кваліфікації, необхідних для виконання чергового замовлення. Кожне чергове замовлення дозволяє компанії поступово залучати більший капітал, нових людей, і таким чином планомірно досягати стану, коли взаємодія з кожним замовником автономна.

Наведемо приклад однієї існуючої компанії. Дохід компанії складає виконання замовлень невеликого обсягу, таких як розробка веб-сайтів різної складності. Відповідно, компанія має короткі терміни розробки проектів і відносно велику як для ІТ-аутсорсингової компанії кількість клієнтів та замовлень. Таку компанію можна віднести до нашого першого умовного класу.

Таким чином, компанія в деякий момент часу має список із замовлень.

Володіючи обмеженими трудовими ресурсами найманих працівників, компанія неодмінно потрапляє в ситуацію невизначеності, оскільки вимоги зі сторони різних клієнтів ніколи не бувають

узгодженими. В умовах обмеженості ресурсів, компанія має постійно розв'язувати задачу знаходження пріоритетів, елементами котрої є список замовлень. Розв'язання цієї задачі є однією з основних активностей менеджера проектів, разом із деталізованим контролем перебігу кожного проекту.

Цілком закономірно, що компанія вцілому, та разом з нею відповідальна особа в компанії, менеджер проектів - зокрема, повинні так чи інакше мати свій підхід до розв'язання цієї задачі, і обов'язково мати певні критерії, які впливають на їх рішення з одного чи іншого боку. Різні методики управління використовують різні критерії, або надають їм різного значення.

Так, одні клієнти потребують рішення, яке може бути поставлене в дуже короткі терміни, менше двох місяців. Для інших терміни розробки мають другорядну важливість. Пріоритетом компанії є позитивна репутація, тож компанія спрямована діяти назустріч будь-яким клієнтам. Отже, цю відмінність можна назвати критерієм терміновості.

Передавши в розробку спершу замовлення від клієнтів, яким важливо терміново отримати рішення, компанія стикається із наступною проблемою - бюджет. Клієнти по-різному готові заплатити за проект. Виникають ситуації, коли клієнт готовий до розробки великого проекту, володіючи великим бюджетом, і хоча замовник не наголошує на терміновості, відкладення такого замовлення на довгий час створює ризик для компанії, який полягає в тому, що клієнт протягом часу очікування з моменту початкової угоди, укладе основний договір з іншою компанією. Таким чином, проект, що не є терміновим до виконання, пріоритетний для

компанії з точки зору отримання великого прибутку в майбутньому. Другий критерій, таким чином - це бюджет проекту.

Крім очевидних загальних критеріїв, в залежності від обраної методики виділяють й інші. В даній компанії було вирішено імплементувати один із сучасних підходів Weighted Shortest Job First (WSJF).

WSJF — це модель пріоритизації робіт, що використовується для отримання найбільшого економічного прибутку[12]. При її застосуванні, на регулярній основі для кожного проекту оцінюються наступні фундаментальні показники:

- Cost Of Delay (COD) - поверхнева оцінка цінності, що буде втрачена, якщо робота не буде виконана впродовж деякого періоду, починаючи із певного граничного моменту (кінцевого терміну для даної роботи). В свою чергу, оцінка Cost Of Delay включає в себе:
 - Business Value - експертна оцінка, яку надає менеджер проектів, яка виражає дохід від виконання даної роботи для компанії, або, як альтернатива, частину від можливого доходу, що буде втрачена в разі затримки.
 - Risk Reduction and/or Opportunity Enablement - за допомогою цієї логічної конструкції та свого досвіду менеджер проектів оцінює, чи даний проект несе додаткові перспективи або кращі умови для компанії, не пов'язані з даним проектом.
- Effort - визначається на основі зважених відносних оцінок обсягу робіт, наданих розробниками. Оцінюванню обсягу робіт присвячені спеціальні техніки, що використовують шкалу з чисел Фібоначі, так званий planning poker. [11]

Кінцеве значення пріоритету обчислюється як:

$$WSJF = \frac{COD}{Effort},$$

$$\text{де } COD = a * Business Value + b * Risk Reduction$$

де a, b - коефіцієнти, що коригуються, $a + b = 1$.

Головна ідея полягає у наданні найбільшого пріоритету на основі трьох показників, що еквівалентні бюджету проекту та перспективою проекту для компанії, і обсягу трудових ресурсів, необхідних для здійснення.

Менеджером проектів спільно з усіма розробниками компанії було створено оцінки задач, необхідних для виконання (Таблиця 3.8).

Таблиця 3.8 — Оцінки важливості проектів за абсолютною шкалою

Project	Business Value	Risk Reduction	Cost of Delay	Effort	WSJF
Chlorys	5	5	10	3	3.333
Watchspare	9	10	19	8	2.375
ITC Website	10	10	20	11	1.818
Archos	9	7	16	10	1.600
Skinis	9	10	19	12	1.583
ITC Platform	10	10	20	22	0.909
Gerance Suisse (foncière)	6	8	14	18	0.778
HXS	7	10	17	23	0.739
Hotel Spider Booking	10	10	20	30	0.667
Lambo	10	8	18	28	0.643
Dumont-Dupraz	8	7	15	25	0.600
Batymar	8	9	17	30	0.567
La cote relocation	8	10	18	32	0.563

CPC	3	8	11	20	0.550
Roussseau 5	9	10	19	35	0.543

Продовження таблиці 3.8

Swiss Flowers	5	10	15	28	0.536
Stademos group	5	5	10	19	0.526
Common Ground	8	10	18	35	0.514
Marchairuz	5	2	7	14	0.500
Dimensions paysages	3	5	8	18	0.444
Hotel spider website	10	10	20	48	0.417
Wuillemin	9	10	19	50	0.380
Clora	3	7	10	30	0.333
Amara	5	8	13	45	0.289
Duchessa	10	5	15	83	0.181
Anthrologica	3	2	5	30	0.167
Areda	3	2	5	40	0.125
Artbond	4	4	8	80	0.100

В цілому, така методика дала незначний позитивний вплив. Недоліком її є те, що оцінки потрібно дуже часто оновлювати, і ці інтервали оновлень не дають нагоди виконати до кінця поточну заплановану роботу. Але це беззаперечно стосується будь-якої іншої методики, що слугує поставленій нами цілі. Значно більш суттєвим недоліком стало вираження оцінок по критеріям Business Value та Risk Reduction в абсолютній шкалі від 1 до 10. Оцінки Effort були надані згідно із технікою planning poker[] відносно одного еталонного виду робіт, а потім нормалізовані. Такий підхід сильно спирається на суб'єктивність людей, що оцінюють роботу. Навіть одна і та сама людина, в залежності від настрою та самопочуття, може дати різний прогноз для двох приблизно схожих робіт в різний час. При такому підході неможливо отримати автоматичну валідацію даних, тобто, чи не суперечать вони один одному, або ж чи є оцінки узгодженими, і чи ясно

вони виражають певний закон об'єктивної дійсності, що результує в часті випадки недостовірності отриманих пріоритетів та недовіри до подібних технік.

В зв'язку із наведеними недоліками, пропонується застосування математичних методів підтримки прийняття рішень. Очевидна перевага такого підходу — покращення узгодженості оцінок.

Ідея полягає в управлінні пріоритетами портфелі проектів через проведення попарних порівнянь за встановленими в п. 3.1 критеріями. Для встановлення пріоритетів пропонується використовувати Метод Аналізу Ієрархій. (Рисунок 3.7)

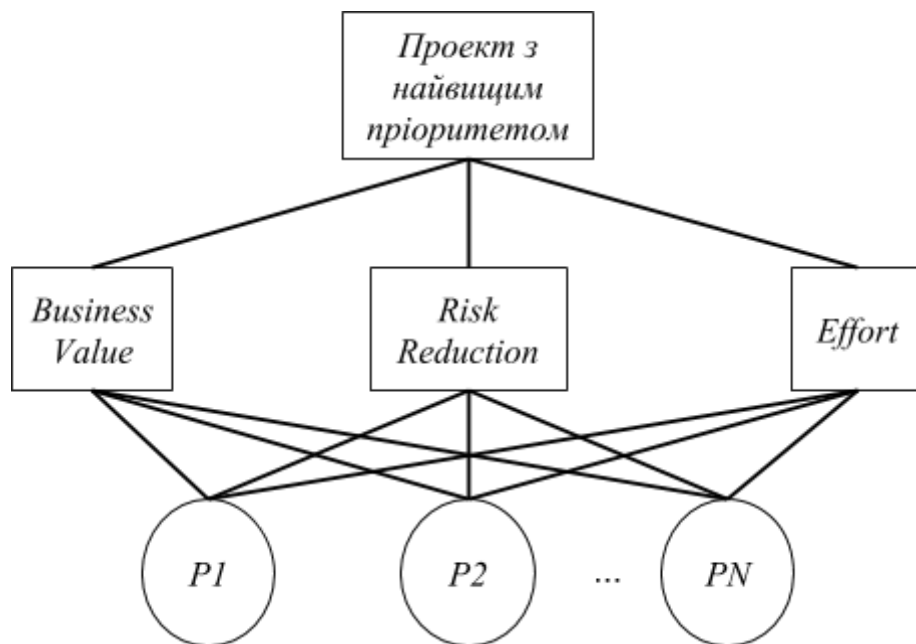


Рисунок 3.7 — Ієрархія для пріоритизації портфоліо проектів

Висновки

Бенчмаркінг в рамках управління розвитком ІТ-компанії — це процес, сильно залежний від застосовуваної в компанії методології розробки.

Спільне в ньому те, що порівняння з компаніями-конкурентами мало можливі через закритість статистики про внутрішні процеси компаній. Водночас, пошук еталонного взірця процесу може здійснюватися всередині підприємства, таким чином, дуже ефективним може бути внутрішній бенчмаркінг, незалежно від організації бізнес-процесу.

Є також і відмінності. Проаналізовано два найбільш поширених способи роботи звичайних аутсорсингових ІТ-компаній. Перший — для малих автономних проектних команд, що складаються з спеціалістів різних технологій та працюють за технікою SCRUM, другий — для функціональних команд, всі учасники котрих є спеціалістами однієї сфери знань. Для кожної моделі робочого процесу приведена ієрархія критеріїв, що дозволяють безперервно знаходити недоліки у роботі одних команд в порівнянні з іншими.

4. РОЗРОБЛЕННЯ СТАРТАП-ПРОЕКТУ

4.1 Опис ідеї проекту

Як було сказано раніше, бенчмаркінг — безперервний процес. Підприємство, що має бажання проводити бенчмаркінг, має потребу в регулярному оновленні даних від об'єктів порівняння та переобчисленні показників, коригуванні вагів в залежності від зовнішніх факторів. Цей процес має бути централізованим, однозначним, для того щоб швидко впроваджувались зміни в роботі.

Виходячи з наведених міркувань, постає очевидна необхідність у створенні програмного продукту для таких потреб.

Основна ідея продукту — це закладення в функціонал інноваційної технології оцінювання ефективності на основі МППР, розроблюваної в рамках даного дослідження (Таблиці 4.1-4.2).

Таблиця 4.1 — Опис ідеї стартап-проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
Проведення бенчмаркінгу показників роботи компанії	бенчмаркінгу кількості робочих годин	Це інновативна техніка. Жоден продукт для управління проектами не здійснює бенчмаркінг
	бенчмаркінг ефективності планування	
	бенчмаркінг рівня задоволення співробітників	
	бенчмаркінг довільних показників, що наявні у компанії в її системі керування проектами/ресурсами	

Таблиця 4.2 — Визначення сильних, слабких та нейтральних характеристик ідеї проекту

№ п/п	Техніко-економічні характеристики ідеї	(потенційні) товари конкурентів			W (слаб ка стор она)	N (ней трал ьна стор она)	S (сильн а сторо на)
		Мій проект	Atlassia n JIRA	TeamGantt			
1.	Витрати робочих годин за одиницю часу на 10 робітників на розробку нових проектів	590	565	532			+
2.	Витрати робочих годин за одиницю часу на 10 робітників на зміни в існуючому функціоналі	380	395	405			+
3.	Витрати робочих годин за одиницю часу на 10 робітників на управління, обробку вимог, мітинги	170	180	130		+	

4.2 Технологічний аудит проекту

За мережевою архітектурою можна виділити два великих підходи до створення додатку для управління проектами (Таблиця 4.3).

Desktop (Настільні) — Програмне забезпечення знаходиться на робочому столі кожного користувача. Це надає найбільш гнучкий

інтерфейс. Такі програми зазвичай дозволяють зберігати інформацію в файл, який в подальшому може бути викладений в загальний доступ для інших користувачів або ж дані зберігаються в центральній базі даних.

Web-based (Веб-інтерфейс) — Програмне забезпечення є веб-додатком, доступ до якого здійснюється за допомогою браузера. Перевагами такого типу є те, що доступ може бути здійснений з будь-якого комп'ютера, не потрібна установка додаткових додатків, можливість простого налаштування контролю доступу. Серед недоліків — швидкість роботи нижче, ніж у звичайних додатків. Крім того, проблеми з доступом до сервера або його вихід з ладу ведуть до повної недоступності інформації.

Таблиця 4.3 — Технологічна здійсненність ідеї проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Ідея проекту</i>	<i>Технології її реалізації</i>	<i>Наявність технологі й</i>	<i>Доступніс ть технологі й</i>
1	Веб-додаток	Наявність розроблених математичних алгоритмів, метрик, команди розробників веб-додатку, мобільного додатку та серверної частини з базою даних, Наявність хмарних обчислювальних та зберезувальних ресурсів для масштабування проекту	Наявні	Доступні

Продовження таблиці 4.3

2	Програма для кожної операційної системи	<p>Наявність розроблених математичних алгоритмів, метрик,</p> <p>команди розробників C++, C#, Objective-C, мобільного додатку — Java, Swift, та серверної частини з базою даних,</p> <p>Наявність хмарних обчислювальних та зберезувальних ресурсів для масштабування проекту</p>	Наявні	Доступні
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: Веб-додаток				

Для реалізації будь-яким наведеним шляхом наявні і доступні необхідні ресурси. В цілому, проект може бути реалізовано.

4.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Таким чином, обраний продукт для реалізації — система контролю проектів та ефективності роботи команд для використання в ІТ-компаніях, заснована на web-платформі.

Виходячи з цього, оцінювання ринку рентабельності цілком схоже із рентабельністю будь-якого web-додатку. Безперечно, в зв'язку з розвитком ринку ІТ-послуг по всьому світу[33], на сьогодні ринок подібних систем розвивається дуже швидко: тільки компанія Atlassian з її продуктами JIRA та Confluence має 60 тис. корпоративних клієнтів серед світових

ІТ-компаній всіх розмірів, а її конкуренти щодня пропонують нові аналогічні покращені рішення.

За умови урахування великої кількості вимог ринку, та за умови безкомпромісної роботи з пошуку компаній-клієнтів, рентабельність бізнесу може бути дуже високою, а за провалу продаж — нульовою, оскільки розробка мінімального корисного продукту може бути реалізована безкоштовно співзасновниками стартапу, на основі їх особистої впевненості та мотивації.

Таблиця 4.4 — Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

№ п/п	Показники стану ринку (найменування)	Характеристика
1	Кількість головних гравців, од	100-500
2	Загальний обсяг продаж, грн/ум.од	1-5 млрд. дол. США
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Клієнти суттєво більш прихильні до старих популярних продуктів; необхідність фінансування кампанії з популяризації
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	—
6	Середня норма рентабельності в галузі (або по ринку), %	0 — 80%

За попереднім оцінюванням, ринок є привабливим для входження. Дослідження детальних потреб ринку наведено у Таблиці 4.5.

Таблиця 4.5 — Характеристика потреб ринку

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Інструмент для контролю перебігу виконання проектів	Всі компанії, крім компаній дуже малого розміру	Продуктові та аутсорсингові компанії, як було показано, мають відмінні бізнес процеси	Продуктові компанії мають більш суворі вимоги до якості продукту та більш широкий спектр відповідальності за продукт
2	Інструмент для планування	Всі компанії, крім компаній дуже малого розміру	Продуктові та аутсорсингові компанії, як було показано, мають відмінні бізнес процеси	Аутсорсинговим компаніям більш важлива гнучкість планування
3	Централізований контроль ресурсів (ERP)	Середні та великі компанії	Продуктові та аутсорсингові компанії, як було показано, мають відмінні бізнес процеси	Дохід аутсорсингової компанії залежить лише від виконаної роботи, і не залежить від маркетингу
4	Оптимізація бізнес процесу	Середні та великі компанії	Всі компанії прагнуть оптимізувати свої процеси, але це вимагає від них досвіду і наявності даних	—

Продовження таблиці 4.5

5	Організація зворотнього зв'язку між розробниками даної компанії та користувачами розроблених нею продуктів	Компанії всіх розмірів, як правило, більшість продуктових	Володіння продуктом покладає на компанію необхідність займатися збором та обробкою вимог від її безпосередніх користувачів	Наявність модуля коментарів/відгуків/автоматичного створення нових задач
---	--	---	--	--

Проведений аналіз факторів, що впливають позитивно та негативно на впровадження продукту на ринку. Отримані результати подано у Таблиці 4.6, 4.7.

Висновки за розділом

Реалізація запропонованого підходу можлива у якості програмного продукту, споживачами якого є компанії різного розміру та структури. Ринок для подібних продуктів лише формується та перспективи його зросту вкрай високі. Найбільш бажаною для користувачів є реалізація у вигляді веб-додатку.

Продукт орієнтований на ринок B2B. Тому монетизація додатку може бути оформлення у вигляді підписки на доступ до веб-сервісу із вартістю, що збільшується в залежності від кількості споживачів.

Таблиця 4.6 — Фактори загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Клієнти не розглядають бенчмаркінг як суттєву перевагу	Клієнти не схильні вибирати даний продукт на основі його ключової переваги, оскільки не мають уявлення про потенційний позитивний вплив на їх роботу	Проведення досліджень та представлення клієнтам детальних розрахунків, наскільки вони можуть збільшити свій дохід при використанні пропонованої техніки порівняно зі звичайним.
2	Ресурси стартапу закінчаться до того, як буде реалізовано мінімальний привабливий для ринку продукт	Ресурси стартапу закінчаться до того, як буде реалізовано мінімальний привабливий для ринку продукт	Залучення в команду розробки високодосвідчених менеджерів керування проектом

Таблиця 4.7 — Фактори можливостей

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Стартап-інкубатори	Для прискорення ранніх стадій розробки, стартап може знайти собі інвесторів серед спеціалізованих компаній	Активна участь в програмах для стартапів, створення великої кількості зв'язків

ВИСНОВКИ

В дисертації проведено дослідження бізнес процесів ІТ-компанії. Встановлено роль та види бенчмаркінгу в управлінні підприємством. Приділено увагу проведенню внутрішнього бенчмаркінгу, на основі структури підприємств, з урахуванням найбільш популярних сьогодні гнучких методологій розробки Agile.

Встановлення ключових характеристик бізнес процесів, які необхідні для проведення бенчмаркінгу — задача системного аналізу. Складність її розв'язання полягає в встановленні мережі критеріїв для їх порівняння та В дисертації розв'язана задача дослідження бізнес процесів як задача системного аналізу. Для проведення внутрішнього бенчмаркінгу пропонується порівняння роботи команд розробки програмного забезпечення на основі проаналізованих критеріїв. Побудована ієрархія критеріїв та альтернатив, на основі яких менеджер проектів, найбільш досвідчені працівники та керівництво компанії можуть безперервно коригувати роботу компанії гнучким та динамічним чином.

Запропоновано розв'язання проблеми пріоритизації портфоліо проектів компанії на основі поєднання техніки weighted shortest job first у поєднанні з класичним методом аналізу ієрархій, що дає змогу визначити найбільш об'єктивний та оптимальний пріоритет робіт для репутації компанії.

На основі проведеної роботи економічно доцільним є створення web-додатку для менеджменту ІТ-компаній, який відрізняється від існуючих на ринку можливістю введення критеріїв оцінювання та проведенням бенчмаркінгу.

Подальші дослідження можуть бути пов'язані з поглибленим вивченням відмінностей бізнес-процесів, розглядом більшої кількості методологій роботи компанії, та з відповідним ускладненням ієрархії критеріїв.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Згуровський М. З. Основи системного аналізу. / М. З. Згуровський, Н.Д. Панкратова. — К.: Видавнича група ВНУ, 2007. — 546 с.
2. Аренков И.А. Бенчмаркинг и маркетинговые решения. [Електронний ресурс] / И.А. Аренков, Г. Л. Багиев — СПб.: СПбУЭФ, 1997. — Режим доступу: <http://udik.com.ua/books/book-749>
3. Ліпкан В. А. Національна безпека України: навчальний посібник. / В. А. Ліпкан. — К.: Кондор, 2008. — 551 с.
4. Багиев Г.Л. Benchmarking у розробці стратегій маркетингу / Багиев Г.Л., Аренков И.А., Мартынова М.В. // Маркетинг у системі керування підприємництвом. — Київ, 1996. — С.35 — 44.
5. Багиев Г.Л. Маркетинг / Багиев Г.Л., Тарасевич В.М., Анн Х. — М.: Экономика, 2001. — 718 с.
6. Тоценко В. Г. Методы и системы поддержки принятия решений. Алгоритмический аспект. / В. Г. Тоценко — К.: Наукова думка, 2002. — 381 с.
7. Ларичев О. И. Теория и методы принятия решений, а Также Хроника событий в Волшебных Странах: Учебник. / О. И. Ларичев — М.: Логос, 2000. — 296 с.
8. Саати Т. Принятие решений. Метод анализа иерархий. / Т. Саати — М.: Радио и связь, 1993. — 320 с.

9. Панкратова Н.Д. Моделі і методи аналізу ієрархій: Теорія. Застосування: Навчальний посібник. / Н. Д. Панкратова, Н. І. Недашківська — К: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2010. — 371 с.
10. Недашківська Н.І. Системи підтримки прийняття рішень: Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт для студентів спеціальностей «Системний аналіз і управління», «Соціальна інформатика». / Недашківська Н.І. — К: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2010. — 100 с.
11. Leffingwell D. Agile Software Requirements: Lean Requirements Practices for Teams, Programs, and the Enterprise [Електронний ресурс] / D. Leffingwell // Addison-Wesley Professional. — 2010. — 560 с. — Режим доступу до книги : https://books.google.com.ua/books/about/Agile_Software_Requirements.html?id=pTExbNmZwZUC
12. Reinertsen D. G. The Principles of Product Development Flow: Second Generation Lean Product Development [Електронний ресурс] / D. G. Reinertsen // Celeritas Publishing; 1 edition. — 2009. — 304 с. — Режим доступу до книги : <https://www.amazon.com/Principles-Product-Development-Flow-Generation/dp/1935401009>
13. Ростовцева И. Ф. Проблемы использования бенчмаркинга в управлении предприятием [Електронний ресурс] / И. Ф. Ростовцева // Вестник АГТУ. — 2005. — №4. — С. 60 — 61. — Режим доступу до журн. : <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-ispolzovaniya-benchmarkinga-v-upravlenii-predpriyatiiem>

14. Гераськина И. Н. Бенчмаркинг в системе современного менеджмента [Электронный ресурс] / И. Н. Гераськина // Известия РГПУ им. А.И. Герцена. — 2008. — №85. — С. 324 — 327. — Режим доступа до журн. : <https://cyberleninka.ru/article/n/benchmarking-v-sisteme-sovremennogo-menedzhmenta>

15. Карпенко П. И. Проблематика успешности проектов в сфере системной интеграции [Электронный ресурс] / П. И. Карпенко, М. Ю. Комяков // Научный журнал КубГАУ. — 2017. — №133. — С. 1 — 18. — Режим доступа до журн. : <https://cyberleninka.ru/article/n/problematika-uspeshnosti-proektov-v-sfere-sistemnoy-integratsii>

16. Гаранина Г. Г. Теоретические обоснования концепции инновационного развития бизнес-процессов в компании [Электронный ресурс] / Г. Г. Гаранина // Статистика и экономика. — 2014. — №1. — С. 40 — 41. — Режим доступа до журн. : <https://cyberleninka.ru/article/n/teoreticheskie-obosnovaniya-kontseptsii-innovatsionnogo-razvitiya-biznes-protsessov-v-kompanii>

17. Способы оптимизации бизнес-процессов для автоматизации управления компанией [Электронный ресурс] / Л. В. Кузнецова, А. В. Николаев, О. И. Максимова, А. Е. Глухов // Известия ВУЗов. Поволжский регион. Технические науки. — 2008. — №3. — Режим доступа до журн. : <https://cyberleninka.ru/article/n/sposoby-optimizatsii-biznes-protsessov-dlya-avtomatizatsii-upravleniya-kompaniey>

18. Радченко А. В. Особенности бизнес-процессов на предприятии [Электронный ресурс] / А. В. Радченко // Бизнес в законе. — 2009. — №3. — Режим доступа до журн. : <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-biznes-protssessov-na-predpriyatii>
19. Чеботарев В. Г. Эволюция подходов к управлению бизнес-процессами [Электронный ресурс] / В. Г. Чеботарев, А. И. Громов // Бизнес-информатика. — 2010. — №1. — Режим доступа до журн. : <https://cyberleninka.ru/article/n/evolyutsiya-podhodov-k-upravleniyu-biznes-protssessami>
20. Давыдов Р. М. Оптимизация и описание бизнес-процессов [Электронный ресурс] / Р. М. Давыдов // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. — 2009. — №2. — Режим доступа до журн. : <https://cyberleninka.ru/article/n/optimizatsiya-i-opisanie-biznes-protssesso>
21. Зубанов А. Л. Особенности IT-аутсорсинга в сфере управления российских компаний [Электронный ресурс] / А. Л. Зубанов // ТДР. — 2013. — №1. — Режим доступа до журн. : <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-it-aoutsorsinga-v-sfere-upravleniya-rossiyskih-kompaniy>
22. Козлова Н. П. Управление репутационными рисками компании [Электронный ресурс] / Н. П. Козлова // Известия ПГУ им. В.Г. Белинского. — 2011. — №24. — С. 284 — 287. — Режим доступа до журн. :

<https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-reputatsionnymi-riskami-kompanii>

23. Гончарова О. М. Реінжиніринг бізнес-процесів як метод процесного управління [Електронний ресурс] / О. М. Гончарова // Вісник Київського національного університету ім. Тараса Шевченка. Серія: Економіка. — 2013. — №151. — Режим доступу до журн. : <https://cyberleninka.ru/article/n/reinzhiniring-biznes-protsesiv-yak-metod-protsesnogo-upravlinnya>

24. Криворучко О. М. Основні положення бенчмаркінгу бізнес-процесів АТП [Електронний ресурс] / О. М. Криворучко, Ю. О. Сукач // Економіка транспортного комплексу. — 2012. — №20. — С. 77 — 89. — Режим доступу до журн. : <https://cyberleninka.ru/article/n/osnovni-polozhennya-benchmarkingu-biznes-protsesiv-atp>

25. Криворучко О. М. Обґрунтування етапів поліпшення бізнес-процесів АТП [Електронний ресурс] / О. М. Криворучко, Ю. О. Когут // Економіка транспортного комплексу. — 2012. — №19. — С. 45 — 56. — Режим доступу до журн. : <https://cyberleninka.ru/article/n/obgruntuvannya-etapiv-polipshennya-biznes-protsesiv-atp>

26. Соломенко О. Є. Бенчмаркінг як маркетинговий інструмент вдосконалення бізнес-процесів [Електронний ресурс] / О. Є. Соломенко, О. А. Виноградов // Вісник економіки транспорту і промисловості. — 2011. — №35. — С. 230 — 233. — Режим доступу до журн. :

<https://cyberleninka.ru/article/n/benchmarking-as-a-marketing-instrument-of-perfection-of-biznes-procesiv>

27. Івченкова О. Ю. Аналіз концепцій управління портфелем замовлень іт-підприємства [Електронний ресурс] / О. Ю. Івченкова, А. О. Лях // Економічний вісник Донбасу. — 2018. — №1 (51). — С. 83 — 86. — Режим доступу до журн. : <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-kontseptsiy-upravlinnya-portfelem-zamovlen-it-pidpriemstva>
28. Подиновский В. В. О некорректности метода анализа иерархий [Електронний ресурс] / Подиновский В. В., Подиновская О. В. // Проблемы управления. — 2011. — №1. — С. 8 — 13. Режим доступу до журн. : <https://cyberleninka.ru/article/n/o-nekorrektnosti-metoda-analiza-ierarhiy>
29. Недашківська Н.І. Метод узгоджених парних порівнянь при оцінюванні альтернатив рішень за якісним критерієм / Н. І. Недашківська // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2013. - №4. — С.67 – 79.
30. Недашковская Н.И. Сравнительный анализ методов парного экспертного оценивания альтернатив решений / Н. И. Недашковская // Системні дослідження та інформаційні технології. — 2014. - №4. — С. 35 – 44.
31. Недашковская Н.И. Модели парных сравнений на основании интервальных оценок экспертов / Н. И. Недашковская // Питання прикладної математики і математичного моделювання. Збірник наукових праць. — 2015. — Випуск 15. - С.121 – 137.

32. Недашковская Н.И. Метод оценивания неопределенности экспертных оценок парных сравнений при вычислении весов альтернатив решений / Н. И. Недашковская // Проблемы управления и информатики. – 2015. - №5. – С. 130 – 142.
33. Самоходський І. Зелена книга «регулювання ринку розробки програмного забезпечення» [Електронний ресурс] / І. Самоходський , О. Шелест // Київ. Офіс ефективного регулювання. — 2017 . — Режим доступу:
https://cdn.regulation.gov.ua/af/2a/db/8b/regulation.gov.ua_Green%20Book_Software%20Development%20Market_BRDO.pdf

ДОДАТОК А. ІЛЮСТРАТИВНІ МАТЕРІАЛИ ДОПОВІДІ